القوى الكونية

بقلم
سيّد تقي سيّد حسين الموسوي
حفظه الله

كتاب
القوى الكونية

للمؤلف

سيّد تقي سيّد حسين الموسوي

حفظه الله

www.taqimusawi.com

0096899419461

صندوق البريد ٩٢٠

الرمز البريدي ١١٤

سلطنة عُمان



المصادر

- كتـــاب وحـــدة الإرادة في الوجـــود للمؤلّـــف ســـيد تـــقي الموســـوي حفظه الله تعالى.
- مصادر الإنترنت.

المحتويات

العرفان بالجميل

أنا مدين جدًّا في كتبي الأخيرة، وعلى الخصوص هذا الكتاب «القوى الكونية»، وكتبي المتعاقبة من «أسرار النفس البشرية». وأيضًا كتبي السابقة «هكذا تكلّم الإمام جعفر الصادق عليه السلام» و «ورفعناه مكانًا عليًّا» و«بوذا ونور الملكوت» و«هكذا تكلّم الله على لسان داود» و «هكذا ناجى داود ربه» و «كتاب محاورتي مع الشيخ علي المياحي» و «كتاب المباني الأساسيّة للطريقة الأويسيّة» الذي أُسّس بناءً على أسئلته، ذلك للسيد محمد الشوباصي من سوريا، حيث زوّدني بالمراجع القيّمة وساعدني كثيرًا في إتمام كتبي ومراجعتها وتصميمها ونشرها إلكترونيًّا عن طريق مواقع التواصل الاجتماعي والإنترنت. فالشكر له موصول لما آثرني به من خدمات قيّمة لا أنساها، وأسأل الله العليّ القدير أن يوفّقه في حياته في هذه الدنيا وفي الآخرة إنّه سميع مجيب الدعاء.

وأيضًا أشكر زهير من دبي في الإمارات العربيّة المتحدة وجهاد من البحرين لوضع موقع إلكتروني لكتبي، ولا أعرف حقيقة كيف أشكرهما على مأثرة الإيثار التي يتحلّان بها رغم مشاغلهما الكثيرة. فقد ساعداني كثيرًا في نشر كتبي وسهّلا للقارئ العربي الوصول إلى هذه الكتب. فالشكر موصول لهما إلى الأبد وأتمنّى لهما من كلّ قلبي التوفيق في الدنيا والآخرة.

المقدّمة

القوى الأساسيّة في الطبيعة هي أربعة، حسب المناهج الدراسيّة التي تدرّس في المدارس والمعاهد والكلّيّات والجامعات وغيرها، وهي كالتالي:-

١- قوّة الجاذبيّة: والتي أوفيت حقّها في هذا الكتاب، وذكرت التفاصيل عن قانون نيوتن للثقالة، ونظريّة النسبيّة العامّة التي تفسّر الجاذبيّة بشكل آخر.

٢- قوّة الكهرومغناطيسيّة: وقد وفّيتها حقّها، وذكرت التفاصيل الكثيرة عن الكهرباء والمغناطيس ومن ثمّ قوّة الكهرومغناطيسيّة، وقوانينها[1] التي صاغها جيمس ماكسويل James Maxwell في عام ١٨٧٣ والتي استفاد منها آينشتاين Einstein في نظريّته

---

[1]: أعتقد في الماضي أن ظاهرة المغناطيسية وظاهرة الكهرباء قوّتان منفصلتان. ولكن تلك الرؤية تغيّرت عن طريق جيمس ماكسويل في عام ١٨٧٣ في رسالة علميّة تحت عنوان "دراسات عن الكهرباء والمغناطيسيّة" حيث بيّن أن التأثر بين شحنات موجبة وسالبة تتحكّم فيه قوّة واحدة. وبيّن ماكسويل أنه توجد أربعة تأثيرات لتلك التفاعلات المتبادلة، تظهر جميعها خلال التجارب العمليّة.

١- تتجاذب الشحنات الكهربائية أو تتنافر من بعضها البعض بقوّة تتناسب تناسبًا عكسيًّا مع مربّع المسافة بينهما، تتجاذب الشحنات المتضادّة (سالبة وموجبة) وتتنافر الشحنات المتماثلة.

٢- الأقطاب المغناطيسيّة تتجاذب أو تتنافر بطريقة مماثلة لسلوك الشحنات الكهربائية، ويوجد للمغناطيس نوعان من الأقطاب، يرتبط قطب شمالي دائمًا بقطب جنوبي.

٣- ينتج التيّار الكهربائي مجالًا مغناطيسيًّا دائريًّا حول السلك، ويكون اتجاه دورانه (إما في اتجاه عقرب الساعة أو في عكس اتجاهها) بحسب اتجاه التيّار في السلك.

٤- عندما يتحرّك سلك في مجال مغناطيسي ينشأ فيه بالتأثير تيّار كهربائي، كما ينشأ تيّار كهربائي عند تحرّك مغناطيس إلى سلك أو مبتعدًا عنه، ويعتمد اتّجاه التيّار على اتّجاه حركة المغناطيس.

النسبيّة الخاصّة والعامّة، واستفاد منها ماركوني Marconi لاختراعه الراديو، وبيرد Baird لاختراعه التلفزيون.

٣- القوّة النوويّة الشديدة: والتي هي السبب في تماسك نواة الذرّة، حيث تبقى الجزيئات الصغيرة جدًّا جدًّا جدًّا، كوارك – جلون Quark-Gluon ، والتي هي مكوّنات البروتون والنيترون، منضمّة بشدّة إلى البروتون والنيترون، ويستلزمها أقلّ من ترليون درجة مئوية، حتى تتحرّر من سجنها في النواة.

ولقد شرحت في الكتاب بالتفصيل كيف كانت الجزيئات كوارك – جلون Quark-Gluon متحرّرة في درجات حراريّة ما بين ١٠٠ ترليون إلى ترليون درجة مئوية، في شكل سائل مطلق، استمرّت حوالي ٣٠٠,٠٠٠ سنة، في باكورة نشوء الكون.

وعندما برد الكون نسبيًّا إلى أقلّ من ترليون درجة مئوية، اختفت حقبة السائل المطلق تدريجيًّا، وانضمّت كوارك – جلون Quark-Gluon إلى نواة الذرّة، ومن ثم تكوّنت الذرّة، ومن ثم المولیكولات، ومن ثم المادة والفلزات والعناصر وغيرها، وبرز العالم الماديّ بشكل مجرّات ونجوم، ومادّة عاديّة ومادّة داكنة.

وأيضا القوّة النوويّة الشديدة هي السبب في تماسك البروتون والنيترون في نواة الذرّة.

٤- القوّة النوويّة الضعيفة: رغم القوّة النوويّة الهائلة في تماسك نواة الذرّة، إلّا أن هناك ضعفًا في نواة الذرّة، يبرز بشكل أوضح في بعض العناصر الثقيلة، مثل اليورانيوم والراديوم، حيث ينبعث الإشعاع النووي.

اكتشف هنري بيكريل Henri Becquerel في سنة ١٨٩٦ الإشعاع النووي في اليورانيوم.

واكتشفت مدام كوري Marie Curie عناصر البولونيوم في عام ١٨٩٨ والثوريوم في عام ١٨٩٨ والراديوم في عام ١٨٩٨، وفصلت الراديوم النقيّ في عام ١٩١٠. وهي صاحبة نظرية للنشاط الإشعاعي، وهي الأولى التي استعملت كلمة (النشاط الإشعاعي). وهي التي أثبتت بأن الإشعاع لا ينتج عن تفاعل ما يحدث بين الجزيئات، بل يأتي من الذرّة نفسها. وهي التي دحضت الافتراض القديم بأن الذرّة غير قابلة للانقسام. بدأت عملها في باريس بأبحاث حول الخواصّ المغناطيسيّة لأنواع الفولاذ المختلفة.

في عام ١٨٩٥ اكتشف فيلهلم كونراد روتنغن Wilhelm Conrad Röntgen الأشعّة السينيّة.

واستفاد إرنست رذرفورد Ernest Rutherford، أبو الفيزياء النووية، من هذه الاكتشافات، واكتشف نواة الذرّة في عام ١٩١١ نموذجًا يشبه النظام الشمسيّ، ووضع نموذج رذرفورد الذرّيّ، يوضّح فيه شكل الذرّة كنواة موجبة الشحنة، وتدور حولها إلكترونات خارجية.

وكان جوزيف جون طومسون Joseph John Thomson هو الذي اكتشف الإلكترون.

ثم بدأت حقبة نشاط الطاقة الذرّية، وعلى أثرها اخترعت القنبلة الذرّية التي فُجّرت فوق اليابان، وبعد ذلك اخترعت القنبلة الهيدروجينية، التي هي أقوى وأخطر بكثير من القنبلة الذرّية.

وفي الوقت الحاضر تُستغلّ الطاقة النوويّة كثيرًا للأغراض السلميّة في كثير من المجالات الحيويّة.

لكن هناك قوّة جديدة اكتشفها فلكيّان من ناسا في عام ١٩٩٧، الذان كانا منكبّين على دراسة الصور المرسلة من القمر الصناعيّ (هابل) من أعماق الكون، التي تبعد عنا حوالي ١١ إلى ١٢ مليار سنة ضوئيّة. بمعنى أن الضوء الصادر عن تلك المجرّات العظيمة، والتي وصلت إلينا الآن، قد انبعث من تلك المجرّات قبل حوالي ١١ إلى ١٢ مليار سنة.

ففي أواخر عام ١٩٩٧ قام الفلكيّ رون جيلي لاند Ron Gilliland باستعمال (هابل) لإعادة زيارة منطقة في السماء جدّ نائية، تسمّى (حقل هابل العميق)، والتي رصدها (هابل) قبل سنتين.

وبعد مقارنته اكتشافه الجديد مع صور (حقل هابل العميق)، اكتشف نقطة نورانية لامعة كانت مرئية في عام ١٩٩٧، والتي لم توجد في صور عام ١٩٩٥. وكان هو ذلك (النجم المتفجّر القصيّ)، الذي أشعل منار هذا الاكتشاف المذهل !

وفي عام ١٩٩٨ حدث ما لم يكن في الحسبان. فقد خرجتا مجموعتان مستقلتان من الفلكيين تتصيّدان النجوم المتفجّرة القصيّة، وتكتتشفان عدّة منها والتي كان ضوءها أكثر بهتًا مما كان متوقّعًا. وكان هذا دليلًا بيّنا على أن الكون لا يتوسّع فقط بل إنه يتسارع ـ أي تزيد سرعته في كل لحظة.

يقول أدم ريس Adam Riess ـ الذي كان عضوًا في أحد الفريقين الذين توصّلا إلى اكتشاف عام ١٩٩٨ الشهير ـ بأن مشروعًا جديدًا مستقلًّا بدأه (هابل) قد توصّل إلى عدة نجوم متفجّرة قصيّة.

ويقول سول برل متر Saul Perlmutter – والذي قاد الفريق الآخر الذي توصّل إلى اكتشاف عام ١٩٩٨ أيضًا ـ بأن (هابل) اكتشف في مشروع آخر أحد عشر نجمًا قصيًّا متفجّرًا آخر. وإن نتائج هذين المشروعين هي من الخطوات الكثيرة الهامّة إلى الأمام، والتي تؤدّي مآلًا إلى تحديد راسخ للتاريخ الذي بدأ فيه الكون بالتسارع. وإن الكثير من هذه الاكتشافات تأتي من التلسكوبات الأرضية، إلّا أن (هابل) قد أصبح الدعامة الرئيسية للفلكيين للمتابعة في تلقط التفاصيل الضرورية.

ولقد أعطيت التفاصيل الوافية الكافية عن تلك القوّة المجهولة، والتي سمّوها (الطاقة الداكنة) في كتابي هذا.

إلّا أن علماء الفلك لم يتقبّلوا الفكرة في بادئ الأمر، وقدّموا اعتراضات عليها. إلّا أن الفلكيّين الذين اكتشفاها انكبّا ثانيةً على دراسة الصور، حتى قدّما أجوبة شافية كافية على هذه الاعتراضات.

وأخيرًا اضطرّ المجتمع العلميّ على قبول الفكرة على مضض، في حوالي عام ٢٠٠١، ولاقت هذه الطاقة قبولًا عامًا من طرف العلماء.

المؤلّف

سيّد تقي سيّد حسين الموسوي

٢٠١٦/٩/٢

الموافق ٢٩ ذي القعدة

يوم وفاة الإمام محمد الجواد عليه السلام

القوّة النوويّة الشديدة

يقول علماء الفلك إن الكون بدأ من نقطة صغيرة جدًّا جدًّا جدًّا متناهية في الصغر، وكانت الحرارة فيها عالية جدًّا جدًّا جدًّا، حرارة هائلة لا تتصوّرها العقول !

كانت الحرارة الهائلة العظيمة في حنين وغرام وهيام، حتى تنفّست الصعداء بحدوث الانفجار الكبير، حيث تحوّلت الحرارة الهائلة العظيمة تدريجيًّا إلى برودة، وذلك مع توسّع الكون !

إن الكون منذ ولادته قد برد بالتدريج من أكثر من مائة ترليون درجة حراريّة إلى ما نحن فيه اليوم من حالة باردة جدًّا نسبيًّا. وعندما نزلت درجات الحرارة إلى أقلّ من ترليون درجة، بعد مرور ٣٠٠,٠٠٠ عام من نشوء الكون، بدأت جزيئات نواة الذرّة (كوارك – جلون Quark-Gluon) بالتحوّل من حالتها الحرّة إلى غياهب سجنها الطوعيّ في داخل (البروتون والنيترون).

كانت الحرارة هائلة بحيث أن نواة الذرّة لم توجد، ناهيك عن الذرّة والجزيئات (المولیكولات) والموادّ والعناصر والمعادن والفلزات وغيرها !!!

كانت هناك مكوّنات النواة تسمّى كوارك-جلون Quark-Gluon تسبح في بحر هائج من السائل المطلق، كما يسمّيها علم الفلك الحديث، أو في بحر هائج من الماء، كما وصفها أمير المؤمنين وسيّد الوصيّين الإمام علي عليه السلام في خطبته عن نشوء الكون.

وحين وصلت الحرارة إلى أقلّ من ترليون درجة مئوية، بعد مرور ٣٠٠,٠٠٠ عام من نشوء الكون، بدأت مكوّنات نواة الذرّة، والتي كانت تسبح في بحر هائج، بالانضمام إلى البروتون والنيترون، مكوّنة بذلك نواة الذرّة، حيث تكوّنت النواة من البروتون

والنيترون، التي انضمّت إليها جزيئات كوارك – جلون Quark-Gluon، ومن ثم خلقت الذرّة، ومن ثم خلقت الجزيئات (المولیكولات)، ومن ثم خلقت المادة والعناصر والفلزات، ومن ثم خلق العالم الماديّ، من مجرّات ونجوم وغيرها.

ونقتطف النصّ التالي من خطبة الإمام علي عليه السلام في نشوء الكون[٢]:-

«...ثُمَّ أَنْشَأَ سُبْحَانَهُ فَتْقَ الْأَجْوَاءِ وَشَقَّ الْأَرْجَاءِ وَسَكَائِكَ الْهَوَاءِ فَأَجْرَى فِيهَا مَاءً مُتَلَاطِماً تَيَّارُهُ مُتَرَاكِماً زَخَّارُهُ حَمَلَهُ عَلَى مَتْنِ الرِّيحِ الْعَاصِفَةِ وَالزَّعْزَعِ الْقَاصِفَةِ فَأَمَرَهَا بِرَدِّهِ وَسَلَّطَهَا عَلَى شَدِّهِ وَقَرَنَهَا إِلَى حَدِّهِ الْهَوَاءُ مِنْ تَحْتِهَا فَتِيقٌ وَالْمَاءُ مِنْ فَوْقِهَا دَفِيقٌ.

ثُمَّ أَنْشَأَ سُبْحَانَهُ رِيحاً اعْتَقَمَ مَهَبَّهَا وَأَدَامَ مُرَبَّهَا وَأَعْصَفَ مَجْرَاهَا وَأَبْعَدَ مَنْشَاهَا فَأَمَرَهَا بِتَصْفِيقِ الْمَاءِ الزَّخَّارِ وَإِثَارَةِ مَوْجِ الْبِحَارِ فَمَخَضَتْهُ مَخْضَ السِّقَاءِ وَعَصَفَتْ بِهِ عَصْفَهَا بِالْفَضَاءِ تَرُدُّ أَوَّلَهُ إِلَى آخِرِهِ وَسَاجِيَهُ إِلَى مَائِرِهِ حَتَّى عَبَّ عُبَابُهُ وَرَمَى بِالزَّبَدِ رُكَامُهُ فَرَفَعَهُ فِي هَوَاءٍ مُنْفَتِقٍ وَجَوٍّ مُنْفَهِقٍ فَسَوَّى مِنْهُ سَبْعَ سَمَوَاتٍ جَعَلَ سُفْلَاهُنَّ مَوْجاً مَكْفُوفاً وَعُلْيَاهُنَّ سَقْفاً مَحْفُوظاً وَسَمْكاً مَرْفُوعاً بِغَيْرِ عَمَدٍ يَدْعَمُهَا وَلَا دِسَارٍ يَنْظِمُهَا.

ثُمَّ زَيَّنَهَا بِزِينَةِ الْكَوَاكِبِ وَضِيَاءِ الثَّوَاقِبِ وَأَجْرَى فِيهَا سِرَاجاً مُسْتَطِيراً وَقَمَراً مُنِيراً فِي فَلَكٍ دَائِرٍ وَسَقْفٍ سَائِرٍ وَرَقِيمٍ مَائِرٍ...».

إن حقبة السائل المطلق، كما يصفها علم الفلك الحديث، وحقبة الماء المتلاطم تيّاره، المتراكم زخّاره، حمله على متن الريح العاصفة، والزعزع القاصفة، كما وصفها أمير المؤمنين الإمام علي عليه السلام في خطبته عن نشوء الكون، استمرّت ٣٠٠,٠٠٠ سنة، بدأت بحرارة هائلة تقدّر بأكثر من مائة ترليون درجة مئوية، وانتهت إلى أقلّ من ترليون درجة مئوية.

---

[٢]: من كتابي وحدة الإرادة في الوجود منقولة من نهج البلاغة.

إن القوّة النوويّة الشديدة التي تربط بين مكوّنات البروتونات والنيترونات في نواة الذرّة، والتي يسمّيها علم الفلك الحديث بجزيئات كوارك-جلون Quark-Gluon، لم تستطع أن تعمل شيئًا في إزاء الحرارة الهائلة في تلك الحقبة، رغم طاقتها العظيمة. وبقيت هذه المكوّنات بشكل سائل مطلق في هذه الحقبة، إلى أن وصلت درجة الحرارة إلى أقلّ من ترليون درجة مئوية.

وفي هذه الدرجة الحرارية بدأت مملكة الجزيئات الصغيرة جدًّا جدًّا تختفي وتضمحلّ، بمعنى أن جزيئات (كوارك – جلون Quark-Gluon) بدأت تودّع أيّام حرّيّتها في السائل المطلق، وتدخل طوعًا لا كرهًا في غياهب سجنها الطوعيّ في داخل (البروتون والنيترون)، والتي بدأت بدورها تشكّل نواة الذرّة ومن ثم تكوّنت الذرّة. ثم تكوّنت الجزيئات (المولیكولات) من الذرّات، ومن ثم تكوّنت العناصر والمعادن والفلزات وغيرها. ولكن نهاية هذه المملكة الصغيرة جدًّا، وتشكّل هذه الأشياء لم تحدث بين ليلة وضحاها، بل أخذت فترة طويلة. حتى أن علم الفلك الحديث يقول بأن النجوم الأوّليّة التي تشكّلت لم تحتو على المعادن والفلزات إطلاقًا، ولذلك تفجّرت سريعًا، وكان عمرها قصير نسبيًّا.

ثم تلت حقبة (حساء أو بلازما كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma) ـ أو حقبة الماء المتلاطم تيّاره والمتراكم زخّاره، كما ذكرها الإمام علي عليه السلام ـ والتي دامت حوالي ثلاثمائة ألف سنة، حقبة أخرى تسمّى حقبة (إشعاعات الأمواج المجهريّة الكونيّة)، والتي كانت أقوى بكثير من إشعاعات (جاما). ولقد ساعد مختبر فضائيّ يسمّى (ماب) في رسم هذه الخلفيّة في الكون، وسمّوها[٣] (خلفيّة إشعاعات الأمواج المجهريّة الكونيّة)،

---

[٣]: تسمّى إشعاع خلفيّة الكون أو إشعاع الخلفيّة الكونيّة الميكروي أو الخلفيّة المكرويّة الكونيّة أو إشعاع الخلفيّة الميكرونيّ الكونيّ (بالإنكليزية: Cosmic microwave background radiation).

وفي اكتشاف التذبذبات الحراريّة فيها. ويعتقد علماء الفلك بأنها تنتمي إلى فترة ٣٨٠ ألف سنة بعد ولادة الكون.

ولا زالت هذه الخلفيّة تشعّ في الكون، وستستمرّ في إشعاعاتها إلى ما شاء الله. ولعلّ الإمام عليه السلام يعنيها بقوله: «وَجَعَلَ عُلْيَاهُنَّ سَقْفاً مَحْفُوظاً وَسَمْكاً مَرْفُوعاً»، لأنها باقية، على العكس من (حساء كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma) التي اختفت واضمحلّت، لأن هذه الجزيئات انضمّت إلى الأبد إلى (البروتونات والنيترونات) التي تشكّل نواة الذرة.

إن الفيزيائيين قد أعلنوا بأنهم صنعوا شكلًا جديدًا من المادة تشبه كثيرًا مادة الكون بعد جزء من ألف جزء من الثانية من ولادته. هذه المادة تسمّى (حساء أو بلازما كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma)، ويعتقد الفيزيائيون بأنها المفتاح الرئيسيّ لإدراك الكون في باكورته، وأيضًا ملاحظة المناطق الداخليّة من نواة الذرة عن كثب(٤).

يقول ويليم زاجك William Zajac إن المادة التي صنعناها تملك خاصيّة لم تلاحظ من قبل أبدًا. إن كلّ العلماء الذين سمعوا بهذه الشهادة قالوا إنه شيء رائع. ولكن يبقى هذا السؤال موضوع بحث ومناقشة: هل المادة المكتشفة مؤهّلة أم لا لتكون (حساء أو بلازما كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma)، التي نبحث عنها منذ أمد طويل ؟

يقول بيتر جاكوب Peter Jakob: لا زال أمامنا عمل كثير ! وقد أبدى تردّده بشأن هذا الاكتشاف، في تقرير قدّمه هو و زملاؤه لمجلّة المراجعات الفيزيائية، واصفين نتائج تحرّياتهم بشأن هذا الموضوع.

(٤): نشكر مات كرنسن على المعلومات القيمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرّخة ٢٠٠٣/٦/١٨.

إن موضوع (حساء أو بلازما كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma) يقدّم لنا فرصة لإلقاء نظرة خاطفة على ولادة الكون قبل ١٣ بليون سنة، وأيضًا على مملكة صغيرة جدًّا، على نحو لا يصدّق، في داخل نواة الذرّة. إن الكون منذ ولادته قد برد بالتدريج من أكثر من مائة ترليون درجة حراريّة إلى ما نحن فيه اليوم من حالة باردة جدًّا نسبيًّا. وعندما نزلت درجات الحرارة إلى أقل من ترليون درجة فإن جزيئات نواة الذرّة (كوارك – جلون Quark-Gluon) تحوّلت من حالتها الحرّة إلى غياهب سجنها الطوعيّ في داخل (البروتون والنيترون).

ويأمل الفيزيائيون تغيير العمليّة إلى الاتّجاه المضادّ ولو لبرهة وجيزة، حتى يتعلّموا كيف حدث ذلك. كذلك، وعلى نحو مماثل، فإن تحطيم ذرّات الذهب يمكنه أن يوضح كيف أن جزيئات النواة (كوارك – جلون Quark-Gluon) ترتّب نفسها داخل (البروتون والنيترون)، وكيف أن هذه الجزيئات الكبرى بدورها تكوّن نواة الذرّة.

إن الخبراء وصفوا تجاربهم التي تضمّنت زيادة سرعة ذرّات الذهب إلى سرعة الضوء تقريبًا، ثم تحطيم الذرّات وتهشيمها. وكانت هذه التصادمات عنيفة وقاسية جدًّا، بحيث أن الحطام والأنقاض التي نتجت عن ذلك وصلت إلى ترليون درجة حراريّة لبرهة وجيزة. ومثل هذه الظروف والأحوال الشديدة الحرارة والكثافة لم تصنع حتى الآن في أيّ مختبر كان، ولم تحدث في الكون بعد مرحلة (حساء كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma).

إنّ مختبر بروك هافن (BNL) قد بُني في أمريكا لتهشيم نواة الذرة Atomic Nucleus بعنف وقسوة فائقة، بحيث إن معظم مكوّناتها الأوليّة (كوارك وجلون Quark-Gluon) تتحرّر من سجنها الضيّق، وتظهر للعيان لبرهة خاطفة، بشكل حساء حارّ جدًّا في حالة

من الغليان. إنّ مقدار الطاقة المطلوبة لإحداث هذه التحويلات مرتفعة جدًّا جدًّا، وبالتأكيد لم توجد في الطبيعة منذ بزوغ الكون بعد (مرحلة الحساء).

وفي عام ٢٠٠٠ أعلن الفيزيائيون من مختبر (سرن CERN) في أوروبا بأنّهم لاحظوا علامات تختفي سريعاً لجزيئات النواة الأولية (حساء كوارك وجلون Quark-Gluon Plasma) في أعقاب كارثة التصادمات بين نوويّات الرصاص. ولكن الكثيرين من الفيزيائين آنذاك نبذوا هذا الزعم قائلين إنّ ادّعائهم غير مقنع.

يقول جون هاريس John Harris إن الطاقة المسخّرة في اختبارات نواة الذهب في مختبر بروك هافن (BNL) اليوم – في عام ٢٠٠٣ – هي عشرة أضعاف الطاقة في اختبارات نواة الرصاص في مختبر (سرن CERN). ولذلك سنحت فرص أقوى لإنتاج ودراسة مملكة الجزيئات الصغيرة جدًّا في داخل نواة الذرة Atomic Nucleus. وفي خضمّ هذه الطاقة القصوى فإنّنا نرى مميّزات على مستوى توقّعاتنا.

ولكن الفيزيائيين الآخرين أبدوا حذرهم من أن اختبارات بروك هافن (BNL) الأمريكية لم تثبت حتى الآن بأن المادة الجديدة تملك كلّ مميّزات (حساء أو بلازما كوارك – جلون Quark-Gluon Plasma). يقول جاكوب Jakob إن كثافتها كافية بصورة جليّة، ولكن الاختبارات لم تثبت حتى الآن بأن جزيئات (كوارك – جلون Quark-Gluon) ـ على شكل فرادى ـ تعوم وتطفو في تحرّر كامل عن قيود النواة[٥].

القوة النوويّة الشديدة: وهي تعمل في نواة الذرّة وتربط بين البروتونات والنيوترونات، وهي التي تربط الكواركات في نواة الذرّة، وتربط مكوّنات النواة (البروتونات) رغم شحناتها المتنافرة الموجبة.

---

[٥]: من كتابي وحدة الإرادة في الوجود.

القوّة النووية الضعيفة

الإشعاع النووي:

هو ظاهرة فيزيائيّة تحدث في الذرّات غير المستقرّة للعناصر، وفيه تفقد النواة الذرّيّة بعض جسيماتها، وتتحوّل ذرّة العنصر إلى عنصر آخر، أو إلى نظير آخر من العنصر ذاته.

القوة النوويّة الضعيفة:

وهي تعمل داخل نواة الذرّة، وهي المسؤولة عن النشاط الإشعاعيّ لنواة الذرّة.

تاريخ الإشعاع النووي:

كان العالم فيرمي Enrico Fermi في العام ١٩٣٤ يقوم ببعض التجارب للحصول على نظائر العناصر، عن طريق قذف النوى بالنيوترونات. وعندما وصل إلى عنصر اليورانيوم (العنصر الأخير في الجدول الدوريّ في ذلك الوقت). توقّع أن قذف العنصر بالنيوترونات سيؤدّي إلى وجود نواة غير مستقرّة، تقوم بإطلاق جسيمات بيتا، وبالتالي ازدياد العدد الذرّيّ من ٩٢ إلى ٩٣، وإنتاج عنصر جديد في الجدول الدوريّ، ولكنه لم يحصل على ما توقّعه، ولم يستطع التعرّف على نواتج التفاعل.

واستمرّت الأبحاث والدراسات من العام ١٩٣٥ إلى العام ١٩٣٨، حيث قام عالم كيميائي ألماني يسمّى إدا نوداك Ida Noddack بالتعرّف على نواتج التفاعل، وأوضح أن نواة اليورانيوم انشطرت إلى نواتين متوسّطتي الكتلة . وقد أكّدت الدراسات صحّة ما افترضه هذا العالم. وبذلك يكون الانشطار النوويّ: "انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسّطتي الكتلة، وإنتاج كمّيّات هائلة من الطاقة نتيجة تفاعل نووي".

ولإحداث الانشطار تقذف النواة الثقيلة مثل اليورانيم /ذري٩٢،كتلي٢٣٥/ يوارانيوم ـ ٢٣٥ بجسيمات خفيفة نسبيّاً، مثل النيوترونات، التي تعدّ أفضل القذائف لأنها لا تحمل شحنة.

التفاعل النووي:

التفاعل النووي ظاهرة كونيّة غير مستقرّة، ينتج عنها طاقة كبيرة، يمكن أن تستغلّ سلبًا أو ايجابًا.

الإشعاعات:

الإشعاعات هي انبعاث أو امتصاص من طاقة الفوتونات أثناء انتقالها من مستوى إلى آخر أعلى أو أقل، وتقسم هذه الإشعاعات إلى قسمين:

- إشعاعات غير قابلة للتأين مثل موجات الراديو، والتلفزيون، والأشعة الضوئية.

  وهي الإشعاعات التي لها منشأ كهربائي أو مغناطيسي أو ميكانيكي أو حراري أو ضوئي...الخ وتعتبر هذه الإشعاعات أقل خطرًا من إشعاعات النوع الأول ومثال على ذلك إشعاعات الحقل المغناطيسي والأشعة تحت الحمراء.

- إشعاعات قابلة للتأين (نووية): هذه الأشعة تمتاز بقدرتها على التفاعل مع المواد منتجةً إلكترونات نتيجةً لتصادم جزيئات المادة التي تفاعلت معها وتصدر هذه الأشعة أيضًا كنتيجة لعملية تحوّل ذرات بعض العناصر غير المستقرّة إلى حالة الاستقرار، ويتمّ هذا عن طريق كسب أو فقد جزء من الطاقة المرتفعة الموجودة بها أو الإلكترونات.

  الإشعاع المؤين هو نوع من الطاقة تُطْلِقه ذرات معينة وينتقل على هيئة موجات كهرومغناطيسية (أشعة غاما أو الأشعة السينية) أو على هيئة جسيمات (نيترونات، بيتا أو ألفا). ويسمى هذا التفكك التلقائي للذرات النشاط الإشعاعي، وتُعتبر الطاقة الزائدة المنبعثة أثناء هذا التفكك شكلًا من أشكال الإشعاع المؤين.

أنواع الإشعاعات للعناصر المشعة والمتأينة:

١- جسيم ألفا alpha : جسيم ذو شحنة موجبة، وطاقة عالية تطلقه نواة ذرة مشعة، عندما تخضع لتحوُّل نووي، ويُعد جسيم ألفا مطابقًا لنواة ذرة الهيليوم، ويتألف من بروتونين وإلكترونين يرتبطان معًا ارتباطًا وثيقًا، ويزن جُسيم ألفا أكثر من جسيم بيتا بـ ٧,٠٠٠ مرة، وينتقل جسيم ألفا لمسافة قصيرة بسبب كتلته الضخمة، فعلى سبيل المثال ينتقل جسيم ألفا النموذجي إلى مسافة لا تزيد عن ٥سم في الهواء.

جسيمات ألفا هي عبارة عن أيونات الهيليوم الحاملة لشحنة موجبة، وتنتج عن الطريق التحلل مثل: تحلل عنصر الراديوم، وغيرها من النظائر المشعة كالثوريوم، وهذه الأشعة قدرتها على الاختراق قليلة وذلك بسبب كتلتها الكبيرة وشحنتها الموجبة؛ لهذا فإن خطورتها الإشعاعية قليلة ولكنها تزداد عند اختراقها الجسم عن طريق الجهاز الهضمي أو الجهاز التنفسي أو الجروح حيث إن إشعاعها ينتشر داخل الجسم كله.

٢- جسيمات بيتا beta : وهي عبارة عن إلكترونات حيث تطلق بعض النوى المشعة إلكترونات عادية تحمل شحنات كهربائية سالبة، لكن البعض الآخر يطلق بوزيترونات وهي إلكترونات ذات شحنة موجبة، وتنتقل جسيمات بيتا بسرعة تقارب سرعة الضوء ويستطيع بعضها أن ينفذ خلال ١٣ملم من الخشب.

جُسَيّم بَيْتا إلكترون يتولد عن نواة ذرة إشعاعية أثناء تعرضها لعملية تحوّل نووي، ومعظم جسيمات بيتا ذات شحنات سالبة تتكون عندما يتحول نيوترون إلى بروتون، وبعضها بوزيترونات موجبة تنتج عن تحول البروتون، وجسيمات بيتا بالغة الصغر، إذ تعادل فقط ١/١٨٤٠ من جسم البروتون. وتمكنها طاقتها العالية من الانطلاق في الجو لمسافات بعيدة واختراق المواد

الصلبة التي يعادل سمكها عدة مليمترات، ويقيس العلماء طاقة جسيمات بيتا بحساب المدى الذي تأخذه في اختراق مواد معينة.

إضافة لكتلتها الصغيرة وطاقتها العالية فهي تمتلك قدرة على الاختراق أعلى من أشعة ألفا لذا فهي خطرة على الأعضاء الداخلية لجسم وعلى خارجه، وهي تنتج من بعض النظائر المشعة كالفوسفور.

٣- أشعة جاما gamma والأشعة السينية X : جاما أشعة كهرومغناطيسية لها صفات طبيعية تشبه الضوء، إلا أنّها ذات طول موجي قصير، وتردد وطاقة عاليين وهي أشعة تحمل شحنة متعادلة، وهذه الأشعة هي فوتونات (جسيمات الإشعاع الكهرومغنطيسي)، وتنتقل بسرعة الضوء حيث تخترق أشعة جاما الأجسام بدرجةٍ أكبر من جسيمات ألفا أو بيتا.

وتنشأ الأشعة السينية من خلال التفاعلات النووية التي ينتج عنها امتصاص إلكترون، وهي مختلفة عن أشعة جاما في مقدار طاقتها والمصدر الذي تأتي منه، ومن مميزات هذه الأشعة قدرتها العالية على الاختراق.

٤- النيوترونات: وهي جسيمات متعادلة الشحنة كتلتها قريبة من كتلة ذرة الهيدروجين، وتُنتَج من النظائر المشعة التي تبعث أشعة ألفا كالراديوم، وبعض الأجهزة المولّدة لها كالمفاعلات النووية.

الآثار الجانبية بعد التعرّض للإشعاع النووي

يسبب التعرّض للأشعة النووية، تحدث تغيّرات كيميائية في أنسجة الكائنات الحية، مما يؤدّي إلى أضرار كبيرة للجسم. وتزداد درجة تلك التغيّرات الكيميائية تبعًا لمقدار جرعة الإشعاع التي تمّ امتصاصها بواسطة الجسم.

ولا يظهر مقدار الإصابة أو الضرر للشخص عند تعرّضه للإشعاع إلّا بعد فترة من الزمن، تعرف بدور الكمون أو فترة الحضانة. وقد تتأخّر الآثار المبكّرة لبعض أنواع التعرّض الإشعاعي إلى سنوات. ويحدّد نوع ومصدر الإشعاع نوع الإصابة التي تنتج عنه.

لقد بات من المؤكّد اليوم بأن التعرّض للإشعاع النووي يسبّب ظهور أمراض سرطانيّة متنوّعة. وتستند معظم المعلومات المستقاة عن تأثير الإشعاع النووي على الإنسان من دراسة الحالات التي يتعرّض فيها بعض الأشخاص إلى جرعة إشعاعيّة عالية، ومن خلال دراسة نتائج التفجيرات النووية التي حدثت أثناء الحرب العالمية الثانية في مدينتي هيروشيما وناكازاكي، إضافة إلى التجارب التي تجرى على الحيوانات. يمكن سرد بعض المخاطر الناتجة من تعرّض الإنسان للإشعاع كما يلي:

السرطان

إن تعرّض الإنسان للإشعاع النووي قد يسبّب له الإصابة بمختلف أنواع الأمراض السرطانيّة، ويعتمد ذلك على مقدار الجرعة الإشعاعية والمنطقة التي تتعرّض للإشعاع. كمعلومة إضافيّة ولو أنها تبدو غريبة، من أبرز الطرق المستعملة للتخفيف من حدّة السرطان، يستعمل الإشعاع النووي، وذلك لتفتيت تلك الكتلة المسرطنة.

عتمة عدسة العين

تعتبر عدسة العين من المناطق الحسّاسة جدًّا للاشعاع النووي بشكل عام، والنيوترونات بشكل خاصّ، وإن جرعة اشعاعيّة من النيوترونات كافية لإصابة عدسة العين بالعتمة التي هي عبارة عن حدوث تلف دائم في عدسة العين، قد يؤدّي إلى فقدان القدرة على الابصار.

العقم

هناك من الأدلّة ما يشير إلى أن تعرّض الأعضاء التناسليّة إلى جرعات معيّنة من الإشعاع يؤدّي إلى اصابة الإنسان بالعقم.

الوفاة

إن التعرّض إلى جرعات إشعاعيّة واطئة لا تشكّل بمفردها تأثيرًا كبيرًا على صحّة الإنسان، إلّا أن التعرّض إلى تلك الجرعات الواطئة لفترة طويلة، وعلى مدى سنوات، تضعّف مناعة الجسم ضدّ الأمراض الأخرى وتقود إلى الوفاة.

طرق الوقاية من الإشعاع

لقد لاحظنا أن التاثيرات التي يسبّبها الإشعاع كثيرة ومتشعّبة، ولهذا يجب التاكيد على أهمّيّة الوقاية والتعامل مع مصادر الإشعاع المختلفة بيقظة وحذر كبيرين، ووفق شروط خاصّة تضمن سلامة الناس العاملين في مجال الإشعاع.

وقد مرّ بنا أن جسيمات ألفا ذات مدى قصير، ولا تستطيع اختراق حتى السطح الخارجيّ للجسم، وعلى أساس ما تقدّم يجب اتّخاذ التدابير والإجراءات الوقائيّة التالية عند التعامل مع مصادر الإشعاع:

١. الحذر الشديد عند وجود أجهزة تطلق إشعاعات مؤيّنة مثل أجهزة الأشعّة السينيّة والمعجّلات المختلفة والمولّدات.
٢. التأنّي في العمل عند التعامل مع المواد السائلة.
٣. عدم ترك مصادر الإشعاع مفتوحة بعد الانتهاء منها.
٤. استعمال أجهزة تحديد وقياس مستوى الإشعاع عند الدخول إلى الأماكن التي توجد فيها المصادر المشعّة.
٥. الاستفادة من شركة متخصّصة في بناء محطّات نوويّة.
٦. بناء أبراج متخصّصة في مراقبة المفاعلات النووية عن بعد.
٧. بناؤها في أماكن بعيدة عن السكّان، مثل جزيرة، يوضع فيها المفاعلات النووية.
٨. الصيانة بشكل دوريّ ومتابعة التفاعلات ومرادها.
٩. عدم استعمال المواد سريعة التفاعل في المحطّات النووية.
١٠. إجراء التجارب بشكل مستمرّ لتفادي الأخطاء.
١١. القيام بطريقة ما عند خروج الإشعاع النووي، بتحويله إلى طاقة يستفاد منها وتكون صديقة للبيئة.

١٢. بناء جزء من المحطّة تحت الأرض لترك فرصة ما، عند خروج الإشعاع النووي، واتّخاذ الإجراءات المناسبة للإخلاء المفاجئ وتوفير الملابس الآمنة.

تاريخ الكهرومغناطيسية

اعتقد في الماضي أن ظاهرة المغناطيسية وظاهرة الكهرباء قوّتان منفصلتان. ولكن تلك الرؤية تغيّرت عن طريق جيمس ماكسويل James Maxwell في عام ١٨٧٣ في رسالة علميّة تحت عنوان "دراسات عن الكهرباء والمغناطيسيّة" حيث بيّن أن التأثر بين شحنات موجبة وسالبة تتحكّم فيه قوّة واحدة. وبيّن ماكسويل أنه توجد أربعة تأثيرات لتلك التفاعلات المتبادلة، تظهر جميعها خلال التجارب العمليّة.

١- تتجاذب الشحنات الكهربائية أو تتنافر من بعضها البعض بقوّة تتناسب تناسبا عكسيًّا مع مربّع المسافة بينهما، تتجاذب الشحنات المتضادّة (سالبة وموجبة) وتتنافر الشحنات المتماثلة.

٢- الأقطاب المغناطيسيّة تتجاذب أو تتنافر بطريقة مماثلة لسلوك الشحنات الكهربائية، ويوجد للمغناطيس نوعان من الأقطاب، يرتبط قطب شمالي دائمًا بقطب جنوبي.

٣- ينتج التيّار الكهربائي مجالًا مغناطيسيًّا دائريًّا حول السلك، ويكون اتجاه دورانه (إما في اتجاه عقرب الساعة أو في عكس اتجاهها) بحسب اتجاه التيّار في السلك.

٤- عندما يتحرّك سلك في مجال مغناطيسي ينشأ فيه بالتأثير تيّار كهربائي، كما ينشأ تيّار كهربائي عند تحرّك مغناطيس إلى سلك أو مبتعدًا عنه، ويعتمد اتّجاه التيّار على اتّجاه حركة المغناطيس.

لاحظ هانز أورستد Hans Ørsted في ٢١ أبريل ١٨٢٠، وهو يُعد أحد التجارب، أن إبرة البوصلة تنحرف عن اتجاهها نحو الشمال، عندما كان يغلق ويفتح التيّار في دائرة كهربائية يُعدّها. وأقنعه التامّل في تلك الظاهرة بأن تيّارًا كهربائيًّا يمر في سلك يتسبّب

في حدوث مجال مغناطيسي حول السلك، طبقًا لانتشار الضوء. وتأكّد من وجود علاقة بين الكهرباء والمغناطيسية.

ولم يستطع أورستد Ørsted تفسير تلك الظاهرة ولم يصغها في معادلة رياضية تصف سلوكها. ولكنه ركّز البحث في تلك الظاهرة بعدها بثلاثة أشهر، وقام بنشر رسالة علميّة مبيّنًا أن مرور تيّار كهربائي يتسبّب في نشوء مجال مغناطيسي حوله. وقد سمّيت وحدة أورستد للحثّ الكهرومغناطيسي في نظام وحدات سنتيمتر غرام ثانية باسمه تكريما لإنجازاته العلميّة في هذا الحقل.

كانت نتائج أبحاثه حافزة على أبحاث مستفيضة من جانب العلماء عن الحركة الكهربائية. واستطاع الفيزيائي الفرنسي أندريه أمبير André-Marie Ampère صياغة معادلة رياضية واحدة تصف القوّة المغناطيسية بين سلكين يمرّ فيهما تيّار.

يعتبر هذا التوحيد بين المغناطيسية والكهرباء والذي شاهده فاراداي Michael Faraday ، ثم صاغه ماكسويل Maxwell، بالإضافة إلى ما قام به هاينريش هيرتز Heinrich Hertz من أعمال، يعتبر من أهمّ الإنجازات العلميّة في القرن التاسع عشر في مجال الفيزياء النظرية، وتعلّقت بها نتائج هامّة، من ضمنها فهم طبيعة الضوء.

ومع اكتشاف نظرية الكم في مطلع القرن العشرين تعمّق فهمنا للضوء وللموجات الكهرومغناطيسية، فصرنا نعرف اليوم أن تلك الأشعّة هي في صورة كمومية، وتنتشر ذاتيًّا في هيئة مجال كهرومغناطيسي تردّدي. وباختلاف تردّد الاهتزاز تنتج أنواع مختلفة من الأشعّة الكهرومغناطيسية، منها الموجات الراديوية ذات التردّدات المنخفضة، إلى الضوء المرئي ذي تردّدات متوسّطة، إلى أشعّة أكس ذات تردّد عالي، ثم الى أشعّة جاما ذات التردّدات العالية جدًّا.

لم يكن أورستد Ørsted العالم الوحيد الذي ربط بين الكهرباء والمغناطيسية. ففي عام ١٨٠٢ قام العالم الإيطالي جيان روماجنوزي Gian Domenico Romagnosi بدراسة

انحراف إبرة البوصلة في وجود شحنات كهرباء ثابتة. ولكن لم ينتبه العلماء إلى هذا الاكتشاف في عام ١٨٠٢.

الفيزياء الكهرومغناطيسية

فيزياء المجال المغناطيسي، أو فيزياء الحركة المغناطيسية الكهربية، هي فرع من فروع الفيزياء، يدرس العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية، حيث يؤثر مجال مغناطيسي على الشحنة الكهربية أو الجسيم المشحون كهربيًّا. والمقصود بالجسيم يختلف من آن لآخر، ففي الكهرومغناطيسية الكلاسيكية يكون المقصود بالجسيم هو الجسيم النقطي، أما في الديناميكا الكهربائية الكمومية يكون المقصود هو الجسيم الأولى.

وفى المقابل يتأثر المجال أيضًا بوجود تلك الجسيمات وحركتها في هذا المجال.

المجال المغناطيسي المتغيّر يخلق مجالًا كهربيًّا، وهذه الظاهرة تسمّى بالحثّ الكهرومغناطيسي، وهي أساس عمل المولّدات الكهربائية والمحرّكات الكهربية والمحوّل الكهربي. وبالمثل يخلق المجال الكهربي المتغيّر مجالًا مغناطيسيًّا، وبسبب هذه المبادلة ما بين المجالين الكهربي والمغناطيسي يصبح من الطبيعى أن نعتبرهما وجهين لعملة واحدة، ألا وهي المجال الكهرومغناطيسي.

ينشأ المجال المغناطيسي نتيجة لحركة الشحنات الكهربية (مثل التيّار الكهربائي)، وتسبّب تلك الظاهرة المجال المغناطيسي في وجود تلك القوى المغناطيسية المصاحبة للمغناطيس.

في الفيزياء القوّة الكهرومغناطيسية هي ذات الشحنة الكهربية، مثل الإلكترون والبروتون وجسيمات ألفا والأيونات. وهي القوّة التي تربط الإلكترونات في الذرّات، كما تربط الذرّات في الجزيئات. وتؤثر القوّة الكهرومغناطيسية بواسطة تبادل جسيمات لا كتلة لها وتسمّى فوتونات وشبه الفوتونات. والفوتونات هي نفسها موجات كهرومغناطيسية. والقوّة الكهرومغناطيسية تعمل على تجاذب الجسيمات المشحونة ذات

الشحنة المضادة، أي تجاذب الشحنة الموجبة والشحنة السالبة، وتعمل على تنافر الجسيمات التي تحمل نفس النوع من الشحنة.

والقوّة الكهرومغناطيسية هي واحدة من ضمن أربعة قوى أساسيّة نعرفها تتحكّم في بناء العالم الماديّ، وهي كالتالي:-

١- قوّة الجاذبيّة: وهي تعمل بين الكتل، ويبلغ مداها إلى مالا نهاية، وهي تعمل بين جميع الأجسام، و تظهر واضحة في التكوين الكرويّ للأجسام السماويّة من كواكب وشموس، و كذلك تتحكّم في أفلاك الكواكب حول الشمس، ودوران المجرّات حول الثقوب السوداء. وهي التي تكوّر الأرض وتكوّر الشمس وتجعل الكواكب تدور في أفلاك حول الشمس، وهي التي تربط المجرّات بمركزها (الثقوب السوداء)، وتتعادل مع قوّة الطرد المركزيّ، لاستبقاء المجرّات في مكانها، وحفظها من التناثر في الفضاء الوسيع، وهي التي تجعلنا منجذبين الى الأرض.

٢- القوّة الكهرومغناطيسيّة: هي التي تربط الإلكترونات بأنوية الذرّات، وتربط الذرّات بعضها ببعض مكوّنة الجزيئات (المولیكولات)، وهي القوّة المتحكّمة في البنية البلوريّة.

٣- القوة النوويّة الشديدة: وهي تعمل في نواة الذرّة وتربط بين البروتونات والنيوترونات، وهي التي تربط الكواركات في نواة الذرّة، وتربط مكوّنات النواة (البروتونات) رغم شحناتها المتنافرة الموجبة.

٤- القوة النوويّة الضعيفة: وهي تعمل داخل نواة الذرّة، وهي المسؤولة عن النشاط الإشعاعيّ لنواة الذرّة.

ولقد اكتشف العلماء أخيرًا قوّة أخرى في الطبيعة، سمّوها (الطاقة الداكنة)، وهي تشكّل ٧٣٪ من الكون، وهي التي تتغلّب على قوّة الجاذبيّة في المناطق النائية من الفضاء، وتتسبّب في توسّع الكون بتسارعٍ عجيب. أما في المناطق القريبة من مجرّتنا (مجرّة درب التبّانة) فقوّة الجاذبيّة هي الغالبة.

القوة الكهرومغناطيسية

القوة الكهرومغناطيسية هي القوّة التي يؤثر بها المجال الكهرومغناطيسي على الجسيمات الكهربية. وهي واحدة من بين أربع قوى أساسية في الطبيعة، وباقي تلك القوى الأساسية هي: الجاذبية، والقوة النووية القوية (وهي تلك المسؤولة عن ترابط نواة الذرة)، والقوة النووية الضعيفة (وهي تعمل داخل نواة الذرة، وهي المسؤولة عن النشاط الإشعاعي لنواة الذرة).

فأي قوة في عالمنا هي عبارة عن تجميع لنسب مختلفة من هذه القوى الأربع الأساسية.

والقوى الكهرومغناطيسية هي المسؤولة عمليًّا عن كل مظاهر الحياة اليومية العادية، فيما عدا الجاذبية. فكل القوى المؤثرة في ربط ما بين الذرات ببعضها البعض يمكن ارجاعها إلى القوة الكهرومغناطيسية، التي تؤثر على الجسيمات الكهربية في الذرّة من إلكترونات وبروتونات.

وبذلك يمكن اعتبار قوى "الشد" و"الدفع" التي نتعرّض لها في حياتنا اليومية العادية، عند الاصطدام بالأجسام العادية، آتية من قوى الترابط ما بين الذرّات المكوّنة لأجسامنا وتلك الذرّات المكوّنة للأجسام التي صدمناها.

وإذا أدخلنا للمخّ الكهرومغناطيس نسبه ١٥٪ ماذا يحدث ؟ سيتمّ تغيير الشحنات السالبة إلى شحنات تفيد الإنسان. ومن الممكن علاج الصداع أو أية مشاكل نفسيّة عن طريق الكهرومغناطيس دون عقار. ويتمّ توجيه الكهرومغناطيس إلى أمام الوجه فوق الرأس ليكون مركز الإجابة هو الفصّ الأمامي للمخ.

المغناطيس الكهربائي

المغناطيس الكهربائي هو عبارة عن مغناطيس تتولّد فيه المغناطيسية، بسبب تدفّق تيّار كهربي خلال سلك ما. وعادة ما تُصنع المغانط الكهربية من لفاف من السلك – ما يسمى بـ "وشيعة" – وتضاف إليه لفّات كبيرة، لزيادة التأثير المغناطيسي في المواد المغنّطه. ويُمكن زيادة المجال المغناطيسي الذي تنتجه الوشيعة بوضع مادة مغناطيسية خاصّـة داخل الوشيعات، كقضيب حديدي.

ويتسبّب التيّار المارّ خلال الوشيعة في تحول الحديد (الحديد المطاوع) إلى مغناطيس مؤقت.

الموجات الكهرومغناطيسية

ينتقل الضوء والموجات اللاسلكية وأشعّة إكس وصور الطاقة الإشعاعية الأخرى خلال الفضاء كموجات طاقة تسمّى الموجات الكهرومغناطيسية. ولتلك الموجات قمّة وقاع، تمامًا كالأمواج التي تتكوّن عندما نلقي بحجر في الماء الساكن. وتُسمّى المسافة بين قمتين متتاليتين أو بين قاعين متتاليين بـ (طول الموجة)، وتقاس طول الموجة بالمتر. ويُسمّى عدد الموجات في الثانية بـ (التردّد)، ويقاس التردّد بـ (الهرتز). وتنتقل جميع الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء، التي تبلغ نحو ٣٠٠,٠٠٠ كيلو متر في الثانية. أي أن الشعاع الكهرومغناطيسي يمكن أن يدور حول الأرض ٧ مرات في الثانية الواحدة.

تحيطنا الموجات الكهرومغناطيسية من جميع الجهات بأنواع مختلفة من أمواج الطاقة، قليل منها مرئية وغالبيتها غير مرئية. منها ما هو طبيعي، كالأمواج الضوئية التي تأتينا من الشمس والأشعّة الكونية، ومنها ما هو من صنع الإنسان، كالأمواج الضوئية القادمة من المصابيح والأمواج اللاسلكية التي ينتجها الهاتف الخلوي (الجوال).

إذا تغاضينا عن أمواج الطاقة الميكانيكية (كالأمواج الصوتية) فإننا نستطيع أن نجزم بان معظم الأمواج الموجودة من حولنا هي أمواج ذات طبيعة كهرومغناطيسية، والتي تشكّل بمجموعها ما يسمّى بـ (الطيف الكهرومغناطيسي).

ولو أردنا أن نتحدّث عن الطيف الكهرومغناطيسي نفسه، فلا بد أن نذكركم كمثال بالطيف الضوئي (أو طيف ألوان قوس قزح)، أو ما يسمّى علميًّا بـ (طيف الضوء المرئي). وعلى الرغم من أن هذا المثال لا يشكّل إلّا جزءًا بسيطًا من الطيف الكهرومغناطيسي، إلّا أنه قد يساهم في فهم المبدأ العام بشكل ممتاز.

إننا لن نفهم تمامًا الطيف الكهرومغناطيسي وعملية الإشعاع، دون المرور بمفاهيم مثل طول الموجة والتردّد، ولكن قبل أن نخوض في هذين المفهومين، نحن بحاجة للتعرّف على طبيعة هذه الطاقة، التي نسمّيها الطاقة الكهرومغناطيسية.

الطاقة الكهرومغناطيسية

ولفهم طبيعة الإشعاع الكهرومغناطيسي (الطاقة الكهرومغناطيسية)، لا بد أن نذكر أن هذه الطاقة قد أطلق عليها هذا الاسم نتيجة لتفسير العلماء لطبيعتها. فكلمة كهرومغناطيسي تجمع بين كلمتي كهربائي ومغناطيسي، وهذا بالضبط التفسير الذي قدّمه العلماء لهذه الطاقة، فهي (أي الإشعاع الكهرومغناطيسي) عبارة عن سيل من الطاقة، تسير في مسار يحوي حقلين مغناطيسي وكهربائي.

تسير في الحقل المغناطيسي أمواج مغناطيسية، وتسير في الحقل الكهربائي أمواج كهربائية، وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية جيئةً وذهابًا بين هذين الحقلين أو المجالين، بحيث أنه عندما تزداد شدّة أحد الحقلين تنقص شدّة الآخر والعكس بالعكس.

هذا يعني أن الموجتين (أو نوعي الطاقة في الحقلين المختلفين) مرتبطان معًا ويتغيّران معا بشكل متعاكس، وتسمّى سرعة التغيّر هذه بالتردّد، وبعبارة أخرى، إن التردّد هو عدد المرات في الثانية التي تتغيّر بها الطاقة في الحقلين من أقصى قيمة لها رجوعًا إلى نفس القيمة. بعبارة أخرى، إن التردّد هي عدد الأمواج التي تتشكّل من هذا التغيّر خلال ثانية واحدة.

و لأن الطاقة الكهرومغناطيسية تتألّف من تركيبة لموجتين مغناطيسية وكهربائية، فقد ارتأى العلماء أن يسمّوها الأمواج الكهرومغناطيسية لأن طبيعتها موجيّة.

إذن التردّد هو عدد المرات التي تتناوس فيها الطاقة الموجية من قيمة قصوى إلى نفس القيمة في اتجاه واحد. أما طول الموجة فهو مقياس آخر للموجة مرتبط بالتردّد، فهو يمثل المسافة بين قيمتين قصوتين متتاليتين أو قاعين متتاليين في نفس الاتجاه للطاقة الموجية.

إن الفهم الصحيح للطبيعة الموجيّة والمختلطة (بين الكهربائية والمغناطيسية) ضروريّ جدًّا، لأنه يشكّل القاعدة الأساسيّة لفهم أنواع الطيف الكهرومغناطيسي وتقسيماته (تصنيفاته) وفقا للتردّد أو لطول الموجة.

وتصنّف الأمواج الكهرومغناطيسية التي تحيط بنا حسب تردّدها، ومنها أشعة جاما، والأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية، والضوء المرئي (الذي نراه بالعين)، والأشعة تحت الحمراء، وأمواج الراديو، كالتي تستخدم في أفران المايكروويف والرادار والإرسال التلفزيوني والراديو وغيرها.

الظاهرة الكهروضوئية

قام ألبرت آينشتاين Albert Einstein بنشر رسالة علميّة غيّرت المفهوم الشائع في مطلع القرن العشرين، وكانت الرسالة عن ظاهرة كهروضوئية (حصل من أجلها على جائزة نوبل في الفيزياء). وكان قد وصل إلى علمه ما أسماه ماكس بلانك Max Planck عن الكم. فأوضح أن الضوء أيضًا يمكن أن يكون في صورة كمومية لما يشبه جسيم، وسُمّي شعاع الضوء بعد ذلك فوتون.

وأوضحت نظرية آينشتاين Einstein عن الظاهرة الكهروضوئية ما كان قد ظهر لماكس بلانك في عام ١٩٠٠ بأنه كارثة الأشعة فوق البنفسجية. بيّن ماكس بلانك Max Planck أن الأجسام الساخنة تشعّ أشعة كهرومغناطيسية في هيئة (كمات)، تنتسب إلى الطاقة الكلية التي يشعّها جسم أسود. وكانت كلا من نتائج بلانك Planck وآينشتاين Einstein في تعارض مع النظرة الكلاسيكية (علوم القرن التاسع عشر) التي كانت تعتبر أن الضوء يصدر في موجات مستمرّة (غير منفصلة).

بذلك أفسحت نظرية بلانك Planck ونظرية أينشتاين Einstein المجال لابتكار ميكانيكا الكم التي صيغت في عام ١٩٢٥، وتوصّلت إلى ابتكار نظرية الكم الكهرومغناطيسي. واكتملت النظرية الجديدة بين الاعوام ١٩٤٠ - ١٩٥٠ فيما يسمّى كهروديناميكا كمي (كوانتم) وفي تطبيقات نظرية اختلال.

وحدات كهرومغناطيسية

تعتبر الوحدات الكهرومغناطيسية جزءًا من نظام الوحدات الكهربائية، وهي تعتمد أساسًا على الخاصية المغناطيسية للتيار الكهربائي، حسب النظام الدولي للوحدات كالتالي:-

أمبير وحدة التيار الكهربائي

كولوم وحدة الشحنة الكهربائية

فاراد وحدة السعة الكهربائية

هنري وحدة الحث

أوم وحدة المقاومة الكهربائية

تسلا كثافة الفيض المغناطيسي

فولط وحدة الجهد الكهربائي

واط وحدة القدرة

فيبر وحدة الفيض المغناطيسي

بالنسبة إلى نظام وحدات سنتيمتر غرام ثانية، فيعرف التيار الكهربائي طبقًا لقانون أمبير، وفيه تكون السماحية الكهرومغناطيسية عبارة عن كمية لا بعدية (سماحية نسبية)، وتساوي ١ للفراغ. بالتالي نتخذ مربع سرعة الضوء في الفراغ في عدة معادلات تربط بين تلك الكميات في هذا النظام.

تاريخ الهندسة الكهربائية

قبل معرفة الكهرباء بفترة طويلة، كان الناس على دراية بالصدمات التي يحدثها سمك الرعاش، وقد أشارت النصوص التي تركها قدماء المصريين، والتي يرجع تاريخها إلى سنة ٢٧٥٠ قبل الميلاد، إلى هذه الأسماك باسم (صاعقة النيل)، كما وصفوها بأنها حامية جميع الأسماك الأخرى. وبعد حوالي ألف عام، أشار إليها أيضًا الإغريق والرومان وعلماء الطبيعة والأطباء المسلمون.

ولقد أكد الكتاب القدامى، مثل بليني الأكبر Pliny the Elder وسكريبونيس لارجوس Scribonius Largus على الإحساس بالتنميل الناتج عن الصدمات الكهربائية، التي يحدثها سمك السلور الصاعق وأنقليس الرعاد الكهربائي. كما اكتشف هؤلاء الكتاب أن هذه الصدمات يمكن أن تنتقل عبر الأجسام الموصلة. وبجميع الأحوال، ينسب أقدم وأقرب أسلوب لاكتشاف ماهية البرق والكهرباء الصادرة عن أي مصدر آخر الى العرب، الذين أطلقوا كلمة (برق) العربية على الشعاع الكهربائي قبل القرن الخامس عشر. وقد كان معروفًا في الثقافات القديمة للدول المطلّة على البحر الأبيض المتوسط أن هناك أجسامًا معيّنة مثل قضبان الكهرمان، يمكن حكّها بفرو قطّة فتجذب الأجسام الخفيفة مثل الريش. وقد قام العالم والفيلسوف الإغريقي طاليس الملطي Tales of Miletus، حوالي عام ٦٠٠ قبل الميلاد بتسجيل مجموعة من الملاحظات تتعلّق بالكهرباء الساكنة. وبعد هذه الملاحظات، توصّل الى أن الاحتكاك يحوّل الكهرمان إلى مادة مغناطيسية. وعلى عكس ذلك، لا تحتاج المعادن، مثل الماغنتيت المعروف باسم اكسيد الحديد الأسود، الى عملية الاحتكاك حتى تكتسب صفة المغناطيسية. إلّا أن طاليس Tales كان مخطئًا في اعتقاده بأن سبب الانجذاب هو التأثير المغناطيسي، فقد أثبتت الأبحاث العلمية فيما بعد وجود علاقة بين المغناطيسية

والكهرباء. ووفقا لإحدى النظريات المثيرة للجدل، فقد عرف البارتيون Parthenon، إحدى شعوب بلاد فارس، الطلاء الكهربائي وفقًا لما أفادت المعلومات التي تحصّلت من اكتشاف بطارية بغداد عام ١٩٣٦. وعلى الرغم من أن هذه البطارية تشبه الخليّة الجلفانية، فإنه من غير المؤكّد ما اذا كانت ذات طبيعة كهربية أم لا.

ظلّت الكهرباء لا تعني أكثر من مجرّد فضول فكري لآلاف السنين حتى عام ١٦٠٠. ففي ذلك العام أجرى الطبيب الإنجليزي ويليام جيلبرت William Gilbert دراسة دقيقة حول الكهرباء والمغناطيسية، وفرّق فيها بين تأثير حجر المغناطيس والكهرباء الساكنة، التي تنتج عن احتكاك مادة الكهرمان. وابتكر كلمة (الكتريكوس) وهي باللغة اللاتينية الجديدة من الكهرمان أو شبيه الكهرمان، ومأخوذة من (إلكترون)، وهي المرادف اليوناني لكلمة كهرمان، للإشارة إلى خاصيّة جذب الأجسام الصغيرة بعد حكّها. أدّى هذا الارتباط إلى إبراز الكلمتين (الكتريك) و (الكتريسيتي) اللتين ظهرتا لأول مرة في كتاب توماس براون Thomas Brown (الأخطاء الشائعة) الذي صدر عام ١٦٤٦.

وقد قدّم أوتو فون جيريك Otto-von-Guericke و روبرت بويل Robert Boyle وستيفن جراي Stephen Gray و سي إف ديو فاي C.F. du Fay المزيد من الأعمال. وأجرى بنيامين فرانكلين Benjamin Franklin في القرن الثامن عشر أبحاثًا شاملة بشأن الكهرباء، حتى أنه اضطرّ إلى بيع ممتلكاته لتمويل أبحاثه. وقيل أنه في شهر يونيو من سنة ١٧٥٢ قام بربط مفتاح معدني أسفل خيط طائرة ورقية رطب وأطلق الطائرة في سماء تنذر بهبوب عاصفة. ثم لاحظ مجموعة متلاحقة من الشرارات تخرج من المفتاح إلى ظهر يده، الأمر الذي برهن على أن البرق ذو طبيعة كهربائية بالفعل.

نشر لودجي جالفاني Luigi Galvani عام ١٧٩١ اكتشافه الخاص بالكهرباء الحيوية الذي أظهر أن الكهرباء هي الوسيط الذي تقوم من خلاله الخلايا العصبية بنقل الإشارات إلى العضلات. وفي عام ١٨٠٠ اخترع أليساندرو فولتا Alessandro Volta أول بطارية كهربائية وأطلق عليها اسم (البطارية الفولتية). وكانت مصنوعة من طبقات متوالية من الزنك والنحاس. ولقد مدّت هذه البطارية العلماء بمصدر للطاقة الكهربائية يمكن الاعتماد عليه أكثر من الماكينات الإلكتروستاتية التي كانت تستخدم من قبل. ويرجع الفضل في التعرّف على الكهرومغناطيسية، أي وحدة الظواهر الكهربية والمغناطيسية، إلى هانز كريستيان أورستد Hans Christian Ørsted وأندريه ماري أمبير André-Marie Ampère في الفترة الممتدّة بين عامي ١٨١٩–١٨٢٠.

ثم اخترع مايكل فاراداي Michael Faraday المحرّك الكهربائي عام ١٨٢١. كما قام جورج أوم Georg Ohm بتحليل الدائرة الكهربائية حسابيًّا عام ١٨٢٧.

وعلى الرغم من أن أوائل القرن التاسع عشر شهدت تقدّمًا سريعًا في علم الكهرباء، فإن أواخر القرن نفسه شهدت أعظم تقدّم في مجال الهندسة الكهربائية. وتحوّلت الكهرباء من مجرّد فضول علمي محيّر إلى أداة رئيسية لا غنى عنها في الحياة العصرية، وأصبحت القوّة الدافعة للثورة الصناعية الثانية. وكل ذلك تحقق بفضل بعض الأشخاص مثل نيكولا تسلا Nikola Tesla و توماس أديسون Thomas Edison و أوتو بلاثي Ottó. Bláthy و جورج ويستنغهاوس George Westinghouse و إرنست ويرنر فون سيمنز Ernst Werner von Siemens و ألكساندر جراهام بيل Alexander Graham Bell و اللورد ويليام تومسون بارون Sir William Thomson (الشهير فيما بعد باسم لورد كلفن الأول Lord Kelvin).

علم الكهرباء

خضعت الظواهر الكهربائيّة للدراسة منذ القدم، إلّا أن علم الكهرباء لم يشهد أيّ تقدّم حتى القرنين السابع عشر والثامن عشر. ومع ذلك فقد ظلّت التطبيقات العمليّة المتعلّقة بالكهرباء قليلة العدد، ولم يتمكّن المهندسون من تطبيق علم الكهرباء في الحقل الصناعيّ والاستخدامات السكنيّة إلّا في أواخر القرن التاسع عشر. وقد أدّى التقدّم السريع في تكنولوجيا الكهرباء في ذلك الوقت الى إحداث تغييرات في المجال الصناعيّ وفي المجتمع أيضًا. كما أن الاستعمالات المتعدّدة والمذهلة للكهرباء كمصدر من مصادر الطاقة أظهر إمكانيّة استخدامها في عدد كبير من التطبيقات، مثل الحساب والاتّصالات والتدفئة والإضاءة والمواصلات. فأساس المجتمع الصناعيّ الحديث يعتمد على استخدام الطاقة الكهربائيّة، ويمكن التكهّن بأن الاعتماد على الطاقة الكهربائيّة سيستمرّ في المستقبل.

الكهرباء لفظ فارسي مركّب من (كاه) أي القشّ ومن (ربا) أي الجاذب، ومعناها جميعًا جاذب القش، والمراد بكلمة كهرباء في الفارسية هو الكهرمان المسمّى بالعربية (العنبر الأشهب). أما المقصود من كلمة الكهرباء في العربية فهو (جاذبية الكهرمان) والتي كانت تسمّى بالعربية (خاصيّة الكهرباء). فحذفوا كلمة الخاصية واكتفوا بلفظ الكهرباء. وبذلك تحوّل الفارسية إلى العربية من معنى الفاعل (الجاذب) إلى معنى الفاعلية (الجاذبية). الكهرمان اسمه باليونانيّة الكترون أي ذو البريق، ومنه الإلكترون عند الفيزيائيين، وعليه تسمية الكهرباء في الفارسية (برق).

الكهرباء اسم يشمل مجموعة متنوّعة من الظواهر الناتجة عن وجود شحنة كهربائية وتدفقها، وتضمّ هذه الظواهر البرق والكهرباء الساكنة. ولكنها تحتوي على مفاهيم أقلّ شيوعًا مثل المجال الكهرومغناطيسي والحث الكهرومغناطيسي.

أما في الاستخدام العام فمن المناسب استخدام كلمة (كهرباء) للإشارة إلى عدد من التأثيرات الفيزيائية. ولكن في الاستخدام العلمي، يعدّ المصطلح غامضًا. كما أن هذه المفاهيم المتعلّقة به يفضّل تعريفها وفقًا لمصطلحات أكثر دقة كما يلي:

- الشحنة الكهربائية: هي خاصيّة لبعض الجسيمات دون الذرية تحدّد التفاعلات الكهرومغناطيسية الخاصّة بها. فالمادة المشحونة كهربائيًّا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية وتنتجها.
- التيار الكهربائي: هو تحرّك أو تدفق الجسيمات المشحونة كهربائيًّا ويقاس عادة بالأمبير.
- المجال الكهربائي: هو تأثير نتيجة شحنة كهربائية في غيرها من الشحنات الموجودة بالقرب منها.
- الجهد الكهربائي: قدرة المجال الكهربائي على الشغل، ويقاس عادة بوحدة الفولت.
- الكهرومغناطيسية: هي التفاعل الأساسي الذي يحدث بين المجال المغناطيسي ووجود الشحنة الكهربائية وحركتها.

الشحنة الكهربائية

الشحنة الكهربائية عبارة عن خاصيّة موجودة في مجموعة معيّنة من الجسيمات دون الذرية، وهي سبب توليد القوة الكهرومغناطيسية، فضلًا عن تفاعلها معها. وتعدّ القوة الكهرومغناطيسية واحدة من القوى الأساسية الأربعة في الطبيعة. وتنشأ الشحنة في الذرة التي تعدّ الإلكترون والبروتون أشهر حامليها. كما أنها عبارة عن كمّية مخزّنة، أو بمعنى آخر، إن الشحنة الكائنة داخل نظام معزول ستظلّ ثابتة، بغضّ النظر عن أيّ تغييرات تحدث داخل هذا النظام. ومن الممكن أن تنتقل الشحنة بين الأجسام داخل النظام، إما عن طريق الاتصال المباشر أو المرور من خلال مادة موصلة مثل السلك. ويشير مصطلح (الكهرباء الساكنة) إلى وجود (أو عدم توازن بين) شحنات على الجسم. وعادة ما يحدث ذلك عندما يتمّ حكّ المواد المختلفة معًا فتنتقل الشحنة من مادة إلى أخرى.

إن وجود شحنة كهربائية هو ما يولّد القوّة الكهرومغناطيسية، إذ أن الشحنات تدفع بعضها البعض بالقوّة، وهذا التأثير كان معروفًا منذ قديم الزمن على الرغم من عدم فهمه. فمن الممكن شحن كرة خفيفة الوزن معلّقة بسلك عن طريق ملامستها لقضيب من الزجاج مشحون من خلال حكّه في قطعة من القماش. وفي حالة شحن كرة أخرى مماثلة بقضيب الزجاج نفسه، يلاحظ أنها تتنافر مع الكرة الأولى، حيث أن الشحنة الكهربائية ستدفع الكرتين بعيدًا عن بعضهما البعض. كما تتنافر الكرتان المشحونتان عن طريق ملامستهما لقضيب من الكهرمان ثم حكّه في قطعة من القماش. ومع ذلك إذا تمّ شحن الكرة الأولى بقضيب الزجاج والثانية بقضيب الكهرمان، فستنجذبان إلى بعضهما البعض.

وقد قام شارل أوغستان دي كولوم Charles-Augustin de Coulomb ببحث هذه الظواهر في القرن الثامن عشر وتوصّل إلى أن الشحنة الكهربائية تظهر في شكلين متقابلين. وأدّى هذا الاكتشاف إلى المسلّمة المعروفة القائلة إن " الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب".

إن القوّة تعمل على الجسيمات المشحونة نفسها، ومن ثم تميل الشحنة إلى الانتشار بشكل متساوٍ قدر الإمكان على سطح موصل. سواء كانت تجاذب أم تنافر من خلال قانون كولوم الذي يكوّن علاقة بين القوّة وحاصل ضرب الشحنات، وبين القوّة والتربيع العكسي للمسافة بينها. أدّى هذا الاكتشاف إلى البديهية الشهيرة: "قوّة التنافر بين جسمين كرويين صغيرين مشحونين بالنوع نفسه من الكهرباء يتناسبان عكسيًّا مع مربّع المسافة بين مركزيهما".

تعدّ القوّة الكهرومغناطيسية قويّة جدًّا، وتحلّ المرتبة الثانية فقط من حيث القوّة في التفاعلات القوية. ولكن بخلاف تلك القوّة، يمتدّ تأثير الكهرومغناطيسية عبر جميع المسافات. ومقارنة بقوّة الجاذبية الأكثر ضعفًا، فإن القوّة الكهرومغناطيسية التي تدفع إلكترونين بعيدًا عن بعضهما أكبر من قوّة التجاذب التثاقلي (التناقلي) التي تجذبهما معا بحوالي ١٠ بقوة ٤٢ مرة.

تتقابل الشحنة الكهربائية الموجودة على الإلكترونات والبروتونات، ولذلك يوصف مقدار الشحنة بأنه سالب أو موجب. وقد جرت العادة على اعتبار الشحنة التي تحملها الإلكترونات سالبة والتي تحملها البروتونات موجبة. وبدأت هذه العادة مع أعمال بنيامين فرانكلين Benjamin Franklin. يرمز إلى مقدار الشحنة عادة بالرمز Q ويعبّر عنه بوحدة الكولوم. ويحمل كلّ إلكترون الشحنة نفسها. ويحمل البروتون شحنة متعادلة ومتقابلة. ولا تنحصر الشحنة الكهربائية في المادة فقط، بل توجد كذلك في

المادة المضادّة، فكلّ جسيم مضادّ يحمل شحنة متعادلة ومتقابلة مع الجسم المماثل له. بالإضافة الى ذلك، من الممكن قياس الشحنة الكهربائية بعدّة وسائل، مثل المكشاف الكهربي ذهبي الوريقات والذي يحتوي على شريطين رقيقين من أوراق الذهب متدلّيين في إناء زجاجي، فيبتعدان عن بعضهما البعض عندما يشحنان، وتعتمد زاوية ابتعادهما على كمية الشحنة. وعلى الرغم من أن استخدام هذا المكشاف مستمرّ حتى الآن في التجارب الإيضاحيّة، فإنّ الإلكترومتر الإلكتروني قد حلّ محلّه.

التيّار الكهربائي

تعرف حركة الشحنة الكهربائية باسم التيّار الكهربائي الذي تقاس شدّته عادة بوحدة الأمبير. ويتكوّن التيّار الكهربائي من أية جسيمات مشحونة ومتحرّكة. وتعدّ الإلكترونات الأكثر شيوعًا بين هذه الجسيمات، ولكن أي شحنة متحرّكة يمكنها أن تكون تيارًا. ووفقًا لما هو متعارف عليه، فإن التيار الموجب يُعَرّف بأنه التيار المتدفق في الاتجاه نفسه الذي تتدفق فيه أية شحنة موجبة يحملها، أو أنه التيار المتدفق من أقصى طرف موجب في الدائرة الكهربائية إلى أقصى طرف سالب. ويُطلق على هذا النوع من التيارات اسم التيار الإصطلاحي. وبالتالي تعدّ حركة الإلكترونات السالبة حول الدائرة الكهربائية – وهي أحد أشهر أشكال التيار الكهربائي – موجبة في الإتجاه المقابل لاتجاه الإلكترونات. مع ذلك فإنه وفقا للظروف المحيطة يمكن أن يتكوّن التيار الكهربائي من تدفق الجسيمات المشحونة في أي من الإتجاهين أو حتى في كلا الإتجاهين في وقت واحد. ويشيع استخدام المصطلحين السالب والموجب لتبسيط هذه الحالة.

علاوةً على ذلك، يُطلق على العملية التي يمرّ فيها التيار الكهربائي خلال أحد مواد "التوصيل الكهربائي". وتختلف طبيعة التوصيل الكهربائي عن طبيعة الجسيمات المشحونة والمادة التي يمرّ من خلالها. ومن أمثلة التيارات الكهربائية: التوصيل الفلزي الذي تتدفق فيه الإلكترونات خلال موصل مثل الفلز. بالإضافة إلى ذلك، هناك التحليل الكهربائي الذي تتدفق فيه الأيونات (وهي عبارة عن ذرّات مشحونة) خلال السوائل. في حين تتحرّك الجسيمات نفسها ببطء تام، ليصل متوسّط سرعة الإنسياق أحيانًا إلى أجزاء من المليمتر في الثانية، فإن المجال الكهربائي الذي تتدفق فيه هذه الجسيمات ينتشر في حدّ ذاته بسرعة مقاربة لسرعة الضوء مما يسمح للإشارات الكهربائية بالمرور بسرعة خلال الأسلاك.

يؤدّي التيّار الكهربائي إلى حدوث عدّة تأثيرات ملحوظة ـ كانت تعتبر في الماضي الوسيلة التي يدرك بها الأفراد وجود تيّار كهربائي. وقد اكتشف ويليام نيكلسون William Nicholson وانطوني كارلايل Anthony Carlyle عام ١٨٠٠ أن بإمكان التيار الكهربائي تحليل الماء من بطارية فولتية، وتُعرف هذه العملية الآن باسم التحليل الكهربائي.

وقام مايكل فاراداي Michael Faraday بعمل دراسات موسّعة في اكتشاف نيكلسون Nicholson وكارلايل Carlyle بشكل كبير عام ١٨٣٣. ويسبّب التيار المارّ من خلال مقاومة نوعًا من التدفئة في المكان المحيط، وهو تأثير كان جيمس بريسكوت James Prescott قد بحثه حسابيًا عام ١٨٤٠.

ومن أهمّ الاكتشافات الخاصّة بالتيّار الكهربائي كان ما توصّل إليه هانز كريستيان أورستد Hans Christian Ørsted بمحض الصدفة عام ١٨٢٠ عندما كان يحضّر إحدى محاضراته. حيث وجد أن التيّار الكهربائي في أحد الأسلاك يشوّش حركة إبرة البوصلة المغناطيسية. كما اكتشف الكهرومغناطيسية، وهي عبارة عن تفاعل أساسي يحدث بين الكهرباء والمغناطيسات.

يوصف التيّار الكهربائي عادةً، في التطبيقات الهندسية وفي المنازل، بأنه إما تيّار مستمرّ أو تيّار متردّد. ويشير هذان المصطلحان إلى الكيفية التي يتغيّر بها التيّار الكهربائي من حيث الزمن. فالتيّار المستمر، الذي يتمّ إنتاجه من البطارية، على سبيل المثال، واللازم لتشغيل معظم الأجهزة الإلكترونية، يتدفق في اتجاه واحد من الطرف الموجب للدائرة الكهربائية إلى الطرف السالب منها. وفي حالة قيام الإلكترونات بنقل أو حمل هذا التيار المتدفق، وهو الأمر الأكثر شيوعًا، فإنها ستمرّ في الاتجاه المعاكس. أما التيار المتردّد فهو أيّ تيّار ينعكس اتجاهه بشكل متكرّر. وغالبًا ما يأخذ هذا التيار شكل موجة جيبية.

وبالتالي يتذبذب التيار المتردّد ذهابًا وإيابًا داخل الموصل دون أن تتحرّك الشحنة الكهربائية لأيّ مسافة على مدار الوقت. وتبلغ قيمة متوسّط الفترة الزمنية التي يستغرقها التيار المتردّد صفرًا. إلا أنه يقوم بتوصيل الطاقة في اتجاه واحد وهو الأول ثم يعكس. ويتأثر التيّار المتردّد بالخصائص الكهربائية التي يصعب ملاحظتها في حالة الاستقرار التي يتمتّع بها التيار المستمرّ. ومن أمثلة هذه الخصائص: المحاثة والسعة. ومع ذلك تزيد أهمّية هذه الخصائص عندما تتعرّض مجموعة من الدوائر الكهربائية لتراوح مؤقّت في التيار، مثلما يحدث عند تزويدها بالطاقة لأول مرة.

المجال الكهربائي

تحدّث مايكل فاراداي Michael Faraday عن مفهوم المجال الكهربائي، فقال أنه ينشأ من خلال جسم مشحون في الحيّز المحيط به، ويحدث قوّة على أيّ من الشحنات الأخرى داخل المجال. ويعمل المجال الكهربائي بين شحنتين بالطريقة نفسها التي يعمل بها مجال الجاذبية بين كتلتين.

كما يتمدّد المجال الكهربائي، مثله في ذلك مثل مجال الجاذبية، إلى ما لا نهاية، ويظهر علاقة تربيع عكسي مع المسافة. ومع ذلك يوجد اختلاف مهمّ بينهما. إذ تعمل الجاذبية دائمًا على عنصر الجذب، فتجذب كتلتين نحو بعضهما البعض. بينما قد يتسبّب المجال الكهربائي في جذب الجسيمات أو تنافرها. وبما أن الأجسام كبيرة الحجم، مثل الكواكب، لا تحمل عادة أيّ صافي شحنة، فإن المجال الكهربائي عن بعد يساوي صفرًا. وبالتالي تعدّ الجاذبية القوّة الغالبة في الكون، على الرغم من ضعفها مقارنة بالقوى الأخرى. بشكل عام يختلف الحيّز الذي يشغله المجال الكهربائي، وتعرف شدّته في أيّ نقطة على أنها القوّة (لكل وحدة شحنة) التي تشعر بها شحنة ثابتة ومهملة إذا وضعت عند هذه النقطة. ويجب أن تكون الشحنة التصوّرية، التي يطلق عليها اسم "شحنة اختبار" شديدة الصغر، حتى تمنع مجالها الكهربائي من التشويش على المجال الرئيسي. كما ينبغي أن تكون ثابتة حتى تمنع تأثير المجالات المغناطيسية. وبما أن المجال الكهربائي يتمّ تعريفه من منطلق القوّة، وبما أن القوّة تعتبر متّجها، يستخلص من ذلك أن المجال الكهربائي متّجه أيضًا وله مقدار واتّجاه. وبشكل أدقّ يعدّ المجال الكهربائي مجالًا متجهيًّا. فضلًا عن ذلك، يطلق على دراسة المجالات الكهربائية التي تحدثها الشحنات الثابتة اسم الكهرباء الساكنة. ويمكن تصوير المجال الكهربائي من خلال مجموعة من الخطوط التخيّلية التي يكون اتّجاهها في أيّ نقطة هو نفسه اتّجاه المجال.

ويعتبر فاراداي Faraday أوّل من قدّم هذا المفهوم. ولا يزال مصطلح "خطوط القوّة" الذي وضعه فاراداي مستعملا في بعض الأحيان. وتعتبر خطوط المجال بمثابة المسارات التي تحدثها شحنة موجبة، لأنها اضطرّت للتحرّك داخل هذا المجال. ومع ذلك تعدّ هذه الخطوط مفهوما تخيّليًّا ليس له وجود ماديّ. ويتخلّل المجال الحيّز الواقع بين الخطوط. وأما خطوط المجال المنبعثة من الشحنات الثابتة فتتمتّع بعدّة خصائص رئيسية. الخاصيّة الأولى هي أنها تنشأ عند الشحنات الموجبة وتنتهي عند الشحنات السالبة. والخاصيّة الثانية هي وجوب دخولها أيّ موصل جيّد بزوايا قائمة. أما الخاصيّة الثالثة فهي أنها لا تتقاطع ولا تطوّق نفسها.

إن أيّ جسم موصل أجوف يحمل كلّ شحناته الكهربائية على سطحه الخارجي. وبناء على ذلك فالمجال الكهربائي يساوي صفرًا في جميع الأماكن الموجودة داخل الجسم. وهذه هي قاعدة التشغيل الرئيسية التي يعتمد عليها قفص فاراداي، وهو عبارة عن هيكل فلزي موصل يعزل ما بداخله عن المؤثرات الكهربية الخارجية.

وتزيد أهمية الكهرباء الساكنة بشكل خاص عند تصميم عناصر المعدات ذات الجهد العالي. ويوجد حدّ معيّن تنتهي عنده شدّة المجال الكهربائي التي يمكن مقاومتها بأيّ وسيط. وبخلاف ذلك يحدث الانهيار الكهربائي ويسبّب القوس الكهربائي وميضًا عابرًا بين الأجزاء المشحونة.

فعلى سبيل المثال، يسير الهواء في مسار منحنى عبر الفجوات الصغيرة التي تتجاوز عندها شدّة المجال الكهربي ٣٠ كيلو فولت لكل سنتيمتر. وفي الفجوات الأكبر، تضعف شدّة الانهيار الكهربائي، حيث تصل إلى كيلو فولت لكل سنتيمتر على الأرجح. وأوضح ظاهرة طبيعية تدلّ على هذا الأمر هي البرق، إذ أنه يحدث عندما تنفصل الشحنات الكهربائية في السحاب بفعل الأعمدة الهوائية المرتفعة وعندما تقوم

الشحنات برفع المجال الكهربائي في الهواء أكثر مما تحتمل. ومن الممكن أن يزيد الجهد الكهربائي في إحدى سحب البرق الكبيرة حتى يصل إلى ١٠٠ ميجا فولت وربما يقوم بتفريغ كمية هائلة من الطاقة قد تصل الى ٢٥٠ كيلواط في الساعة.

تتأثر شدّة المجال بدرجة كبيرة بالأجسام الموصلة المجاورة، وتزداد شدّته خاصّة عندما يضطرّ إلى الانحناء حول أجسام مدبّبة الأطراف. ويتمّ استخدام هذا المبدأ في مانعة الصواعق. وهي عبارة عن عمود معدني ذي طرف مدبّب يعمل على امتصاص التيار الكهربائي الناتج من الصواعق، بدلًا من نزوله على المبنى الذي يحميه.

يرتبط مفهوم الجهد الكهربائي ارتباطًا وثيقًا بالمجال الكهربائي. فالشحنة الصغيرة الموجودة داخل المجال الكهربائي تواجه قوّة، ويتطلّب نقل هذه الشحنة إلى تلك النقطة المضادّة للقوّة بعض الشغل. ويتمّ تعريف الجهد الكهربائي في أيّ مرحلة على أنه الطاقة اللازمة لجلب وحدة شحنة الإختبار ببطء من بعد لا نهائي الى هذه النقطة.

ويقاس الجهد الكهربائي عادة بوحدة الفولت. والفولت الواحد عبارة عن الجهد الذي يجب أن يستهلكه جول من الشغل لجلب كولوم من الشحنة الكهربائية اللانهائية. وعلى الرغم من أن تعريف الجهد الكهربائي تصوّري، فإنه يتضمّن جانبًا عمليًا بسيطًا. ويعتبر المفهوم الأكثر أهمّية هو فرق الجهد الكهربائي، ويُعَرّف بأنه الطاقة اللازمة لتحريك وحدة شحنة بين نقطتين محدّدتين. ويتمتّع المجال الكهربائي بخاصيّة مميّزة، وهي أنه "محافظ" - الأمر الذي يعني أن المسار الذي تتّخذه شحنة الاختبار ليس مهمًّا: فكل المسارات بين نقطتين محدّدتين تستهلك مقدار الطاقة نفسه. وبالتالي، يمكن تحديد قيمة مميّزة لفرق الجهد. ويُعرف الفولت بأنه وحدة لقياس ووصف فرق الجهد الكهربائي، حتى أن مصطلح الجهد الكهربائي يزيد استخدامه اليومي بصورة كبيرة. وفيما يتعلّق بالأغراض العمليّة، من المفيد أن تُحدّد نقطة إسناد مشتركة يتمّ من خلالها التعبير عن

الجهود ومقارنتها. وفي حين أن هذا الأمر قد يكون لا نهائيًا، فإن الإسناد الأكثر إفادةً هو كوكب الأرض نفسه الذي يفترض البعض أن جهده لا يتغيّر في أيّ مكان. ويطلق على نقطة الاسناد هذه عادة اسم الأرضي. ويفترض أن الأرض مصدر لا نهائيّ من كمّيات متساوية من الشحنات الموجبة والسالبة. وبالتالي، فهي غير مشحونة كهربائيًا وغير قابلة لإعادة للشحن. الجهد الكهربائي عبارة عن كمية سلّميّة أو قياسية أي أن له مقدار فقط ولا اتجاه له. ومن الممكن اعتباره مشابهًا للارتفاع: فكما يسقط الجسم الحرّ عند ارتفاعات مختلفة بفعل الجاذبية، تسقط كذلك الشحنة الكهربائية عند جهود مختلفة بفعل المجال الكهربائي.

وكما تظهر الخرائط المجسّمة لخطوط الكفاف التي تبيّن النقاط المتساوية في الارتفاع، من الممكن رسم مجموعة من الخطوط التي تبيّن نقاط الجهود الكهربائية المتساوية حول جسم مشحون ساكنيًا. فهذه الخطوط تمرّ عبر جميع خطوط القوّة بزوايا قائمة. كما يجب أن تمتدّ بشكل متوازي لسطح الموصل، وإلّا أدّى ذلك إلى إنتاج قوّة على حوامل الشحنة، ولما أصبح المجال ساكنًا.

كان يتمّ تعريف المجال الكهربائي على أنه القوّة المبذولة لكل وحدة شحنة، إلّا أن مفهوم الجهد الكهربائي سمح بوضع تعريف مرادف أكثر إفادة، ألا وهو أن المجال الكهربائي هو تدرّج موضعيّ للجهد الكهربائي. وعادةً ما يتمّ التعبير عنه بوحدة الفولت لكل متر، واتّجاه متّجه المجال الكهربائي عبارة عن خطّ لأكبر تدرّج للجهد وهو الخطّ الذي تكون فيه خطوط تساوي الجهد قريبة من بعضها البعض.

أكّد اكتشاف أورستد Ørsted عام ١٨٢١ وجود مجال مغناطيسي حول جميع جوانب السلك الحامل للتيّار الكهربائي، كما أكّد على وجود علاقة مباشرة بين الكهرباء

والمغناطيسية. فضلًا عن ذلك، بدا التفاعل مختلفًا عن قوّة الجاذبية والقوّة الكهربائية الساكنة، وهما قوّتا الطبيعة اللتان تمّ اكتشافهما بعد ذلك.

والقوّة الواقعة على إبرة البوصلة لم توجّهها نحو السلك الحامل للتيّار الكهربائي ولا بعيدًا عنه، ولكنها كانت تعمل نحو الزوايا القائمة بالنسبة لها. وفيما يلي كلمات أورستد Ørsted التي اتّسمت بقليل من الغموض: "إن التعارض الكهربائي يعمل بطريقة دوّارة". كما اعتمدت القوّة على اتّجاه التيّار، فإذا انعكس التدفق، انعكست القوّة كذلك. في واقع الأمر، لم يستوعب أورستد Ørsted اكتشافه استيعابًا كاملاً، لكنه لاحظ أن التأثير كان متبادلاً أو عكسيًا، بمعنى أن التيّار يبذل قوّة على المغناطيس، والمجال المغناطيسي يبذل قوّة على التيّار. وقد بحث أندريه ماري آمبير André Marie Ampère بشكل أعمق في هذه الظاهرة واكتشف أن السلكين المتوازيين الذين يحملان التيّار الكهربائي يبذلان قوّة على بعضهما البعض: بمعنى أن السلكين الموصلين للتيّار الكهربائي في الاتّجاه نفسه ينجذبان لبعضهما البعض، بينما يتنافر السلكان اللذان يحملان التيّار في اتّجاهات متقابلة. ويتوسّط المجال المغناطيسي الذي ينتجه كلّ تيّار هذا التفاعل، الذي يُمثل أساس التعريف الدولي لوحدة الأمبير. تُعتبر العلاقة بين المجالات المغناطيسية والتيّارات الكهربائية علاقة في غاية الأهمّيّة، حيث أنها أدّت إلى اختراع مايكل فاراداي Michael Faraday للمحرّك الكهربائي عام ١٨٢١ إذ يتكوّن محرّك فاراداي، وهو محرّك أحاديّ القطب، من مغناطيس دائم موضوع داخل حوض من الزئبق.

وقد تمّ توصيل تيّار كهربائيّ داخل سلك متدلّي من مرتكز فوق المغناطيس ومغموس في الزئبق. ويبذل المغناطيس قوّة مماسيّة على السلك ممّا يجعله يدور حول المغناطيس طوال فترة سريان التيّار الكهربائي.

كشفت التجربة التي أجراها فاراداي Faraday عام ١٨٣١ أن السلك الذي يتحرّك بشكل عموديّ نحو مجال مغناطيسي يحدث فرق جهد بين طرفيه. كما سمح له التحليل الإضافي لهذه العملية، المعروفة باسم الحث الكهرومغناطيسي، بوضع المبدأ المعروف الآن باسم (قانون فاراداي للحث المغناطيسي). وينصّ هذا القانون على أن فرق الجهد المحثوث داخل دائرة مقفلة يتناسب مع معدّل تغيّر التدفّق المغناطيسي خلال الدائرة. وقد تمكّن فاراداي Faraday من خلال استخدام هذا الاكتشاف من اختراع أوّل مولّد كهربائي عام ١٨٣١. وفي هذا المولّد قام فاراداي Faraday بتحويل الطاقة الحركيّة لقرص نحاسي دوّار إلى طاقة كهربائية. وعلى الرغم من عدم كفاءة قرص فاراداي وقصوره كمولّد عمليّ، فإنه أظهر إمكانيّة توليد قدرة كهربائية باستخدام المغناطيسية. ولقد استفاد من أعقبه من أعماله استفادة كبيرة. كشفت أعمال كلّ من فاراداي Faraday و أمبير Ampère عن أن المجال المغناطيسي المتفاوت في الزمن يعمل كمصدر للمجال الكهربائي، وأن المجال الكهربائي المتغيّر في الزمن يعمل كمصدر للمجال المغناطيسي. ولذلك عند تغيّر زمن أيٍّ من المجالين، يُستحثّ مجال الآخر بالضرورة. وتتمتّع هذه الظاهرة بخصائص الموجة ويُشار إليها عادةً باسم الموجة الكهرومغناطيسية.

وقد قام جيمس كليرك ماكسويل James Clerk Maxwell بتحليل الموجات الكهرومغناطيسية من الناحية النظريّة عام ١٨٦٤. كما طوّر ماكسويل Maxwell مجموعة من المعادلات التي قد تصف بوضوح العلاقة المتبادلة بين المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي والشحنة الكهربائية والتيّار الكهربائي. وبالإضافة إلى ذلك، تمكّن من إثبات أن هذه الموجة ستسير بالضرورة بسرعة الضوء، وبالتالي فإن الضوء نفسه يعدّ شكلاً من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي. وتعتبر قوانين ماكسويل Maxwell التي تعمل على الربط بين الضوء والمجالات والشحنة الكهربائية أحد أعظم إنجازات الفيزياء النظريّة.

الدوائر الكهربائية

الدائرة الكهربائية عبارة عن ترابط بين المكوّنات الكهربائية، وتهدف عادةً إلى القيام ببعض المهامّ المفيدة مع مسار العودة، بهدف تمكين الشحنة من الرجوع إلى مصدرها. إن مكوّنات الدائرة الكهربائية تأخذ أشكالًا عدّة، وقد تتضمّن هذه الأشكال عناصر مثل المقاومات والمكثفات والمفاتيح والمحوّلات والإلكترونيات. وتشمل الدوائر الإلكترونية (الدائرة الكهربائية) مكوّنات نشطة، وتكون عادة أشباه موصلات وتظهر بشكل لا خطّي، ممّا يتطلّب تحليلًا معقّدًا. أما أبسط المكوّنات الكهربائية فهي التي توصف بأنها سلبيّة وخطّيّة. فبينما تقوم هذه المكوّنات بتخزين الطاقة بشكل مؤقّت، فإنها لا تحتوي على مصادر للطاقة. كما أنها تصدر استجابات خطّيّة للمثيرات.

يحتمل أن المقاوم هو أبسط العناصر السلبية في الدائرة الكهربائية. وكما يوحي اسمه، فهو يقاوم التيّار الكهربائي الذي يمرّ من خلاله ويبدّد طاقته الحرارية. والمقاومة هي نتيجة لحركة الشحنة الكهربائية خلال الموصل. فعلى سبيل المثال، ترجع المقاومة في المعادن أساسًا إلى تصادم الإلكترونات بالأيونات. ويعتبر قانون أوم القانون الأساسيّ لنظريّة الدائرة الكهربائية. وينصّ هذا القانون على أن التيّار المارّ خلال مقاومة في موصل يتناسب طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه. ومقاومة معظم المواد تعدّ ثابتة نسبيًا على اختلاف درجات الحرارة والتيّارات الكهربائية. والمواد التي ينطبق عليها هذه الشروط توصف بأنها "أومية".

ولقد أُطلق اسم أوم، وهو وحدة قياس المقاومة، نسبة إلى واضعه جورج أوم Georg Ohm، ويرمز له بحرف يوناني. إن الرمز يشير إلى المقاومة التي ستنتج فرق جهد يساوي واحد فولت استجابة لتيّار يساوي واحد أمبير.

أما المكثف فعبارة عن جهاز يقوم بتخزين الشحنة الكهربائية، وبالتالي تخزين طاقة كهربائية في المجال الناتج عن هذه العملية. ومن الناحية التصوّرية، يتكوّن المكثف من لوحين موصلين تفصل بينهما طبقة رقيقة عازلة. ومن الناحية العمليّة، يتمّ لفّ رقائق معدنية رقيقة معًا مما يزيد من سُمْك منطقة السطح من حيث وحدة الحجم والسعة. ووحدة السعة هي الفاراد، وسُمّيت باسم مايكل فاراداي Michael Faraday، ويرمز إليها بالرمز "اف"، والفاراد الواحد يساوي السعة التي تنشأ عن فرق الجهد البالغ واحد فولت عندما يقوم بتخزين شحنة تساوي واحد كولوم. والمكثف الموصّل بمورد الجهد الكهربائي يتسبّب مبدئيًا في مرور تيّار كهربائي، حيث إنه يجمع الشحنة الكهربائية. ومع ذلك، يضمحلّ التيار الكهربائي بمرور الوقت كلما امتلأ المكثف الكهربائي ويصل بالتدريج إلى الصفر. ولذلك لا يسمح المكثف بمرور تيار في حالة الاستقرار، بل يعوقه.

فضلًا عن ذلك، يعتبر ملفّ الحثّ بمثابة موصل، عادةً ما يكون ملفّ من السلك، يقوم بتخزين الطاقة في المجال المغناطيسي استجابةً للتيّار المارّ به. وعندما يتغيّر التيّار، يتغيّر المجال المغناطيسي بالتبعيّة، ويحثّ الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل. والجهد المستحثّ يتناسب مع المعدّل الزمني للتغيير في التيّار الكهربائي. أما ثابت التناسب فيطلق عليه اسم المحاثة، ووحدة المحاثة هي "هنري" تيمّنًا بجوزيف هنري Joseph Henry الذي عاصر فاراداي Faraday. و واحد هنري يساوي المحاثة التي تحث فرق الجهد البالغ واحد فولت في حالة تغيّر التيّار المارّ به بمعدّل واحد أمبير لكل ثانية.

وتنعكس طريقة عمل ملفّ الحث في بعض الأحيان على طريقة عمل المكثف، بمعنى أنه يسمح بمرور تيّار غير متغيّر بسهولة ويسر، ولكنه يقاوم مرور التيّار سريع التغيّر.

توليد الكهرباء

إن التجارب التي أجراها طاليس Thales باستخدام قضبان الكهرمان كانت أولى الدراسات التي أجريت على عملية إنتاج الطاقة الكهربائية. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة، المعروفة الآن باسم تأثير كهرباء الاحتكاك، قادرة على رفع الأجسام الخفيفة وكذلك توليد الشرارات، فإنها غير فعّالة على الإطلاق. ولم يتمّ التوصّل لمصدر كهربائي فعّال إلّا بعد اختراع البطارية الفولتية في القرن الثامن عشر. وهذه البطارية وكذلك الطراز الأحدث منها ألا وهو البطارية الكهربائية، تخزّن الطاقة بشكل كيميائي وتجعلها متاحة للاستخدام في شكل طاقة كهربائية.

وتتميّز البطارية بتعدّد استخداماتها، وتعدّ مصدرًا شائعًا وقويًا للطاقة، ويصلح استخدامها في العديد من التطبيقات. إلّا أن قدرتها على تخزين الطاقة محدودة، وبمجرد تفريغ الطاقة المخزّنة، يجب التخلّص من البطارية أو إعادة شحنها. وبالنسبة للاحتياجات الضخمة من الطاقة الكهربائية، فينبغي توليدها وتحويلها بكميات كبيرة. عادةً ما تولّد الطاقة الكهربائية عن طريق المولّدات الحركيّة الكهربائية التي يديرها البخار المنتج من احتراق الوقود الأحفوري أو الحرارة الناتجة عن التفاعلات النووية. كما تولّد الطاقة من مصادر أخرى مثل الطاقة الحركيّة المستخلصة من الرياح أو الماء المتدفق. ولا تتشابه هذه المولّدات مع المولّد الذي اخترعه فاراداي Faraday عام ١٨٣١ وهو عبارة عن مولد أحاديّ القطب. ولكن لا يزال الاعتماد قائمًا على مبدأه الكهرومغناطيسي القائل إن الموصل الذي يتّصل بمجال مغناطيسي متغيّر يحث فرق جهد عبر طرفيه.

إن اختراع المحوّل في أواخر القرن التاسع عشر جعل بالإمكان توليد الكهرباء من محطّات توليد مركزية عن طريق الاستفادة من وفورات الحجم، ونقل هذه الكهرباء عبر الدول بكفاءة متزايدة.

وبما أنه من الصعب تخزين الطاقة الكهربائية بكمّيّات كبيرة تكفي لتلبية الاحتياجات على المستوى القومي، ينبغي أن يكون الإنتاج بقدر الاحتياج في جميع الأوقات. وهذا الأمر يتطلّب أن تتحرّى المرافق الكهربائية الدقّة في توقّعاتها بشأن احتياجاتها الكهربائية، وتحافظ على التنسيق المستمرّ مع محطّات توليد الكهرباء. وهناك مقدار معيّن من عملية التوليد يجب أن يكون احتياطيًّا، حتى يقلّل صدمات الشبكة الكهربائية التي تحدث بسبب الاضطرابات والفواقد التي يتعذّر اجتنابها. وفي واقع الأمر، فإن الطلب على الطاقة الكهربائية يتزايد بسرعة كبيرة كلما زاد تقدّم الدولة ونما اقتصادها.

وقد كشفت الولايات المتحدة عن تزايد الطلب على الكهرباء بنسبة ١٢٪ كل عام على مدار الثلاثة عقود الأولى من القرن العشرين، وهو معدّل نموّ تشعر به الآن الاقتصادات الناشئة، مثل الهند أو الصين. ومن الناحية التاريخية، زاد معدّل نموّ الطلب على الطاقة الكهربائية عن صور الطاقة الأخرى. لقد أدّت بعض المخاوف البيئية المتعلّقة بتوليد الكهرباء إلى التركيز بشكل متزايد على التوليد من مصادر متجدّدة، وخاصّة الطاقة المائية وطاقة الرياح. وعلى الرغم من استمرار الجدل حول التأثير البيئي للوسائل المختلفة لإنتاج الطاقة، فإن الصورة النهائية لها نظيفة نسبيًّا.

استخدامات الكهرباء

إن الكهرباء صورة مرنة جدًّا من صور الطاقة، فهي تلائم عددًا كبيرًا ومتزايدًا من الاستخدامات. وقد كان لاختراع مصباح الإضاءة المتوهّج على يد توماس أديسون Thomas Edison في السبعينات من القرن التاسع عشر الفضل في أن تصبح الإضاءة واحدةً من أولى التطبيقات المتوفّرة من الطاقة الكهربائية. على الرغم من مخاطر الكهرباء، فإن الاستعاضة بها عن اللهب المكشوف للإضاءة المعتمدة على الغاز قلّلت كثيرًا من مخاطر الحريق داخل البيوت والمصانع. وقد تمّ إنشاء مرافق عامة في العديد من المدن لتستهدف سوق الإضاءة الكهربائية الآخذ في الازدهار. علاوةً على ذلك، كان لتأثير التسخين بحرارة جول المستخدم في مصباح الإضاءة أثرًا مباشرًا في مجال التدفئة الكهربائية. ومع أن هذا التأثير متعدّد الاستعمالات ويمكن التحكّم فيه، يرى البعض أنه مضيعة للوقت، حيث إن معظم عمليات التوليد الكهربائي يلزمها بالفعل إنتاج الحرارة في إحدى محطّات توليد الكهرباء.

ولقد سنّت عدّة دول، مثل الدنمارك، قانونًا يحدّ أو يمنع من استخدام التدفئة الكهربائية في المباني الجديدة. ومع ذلك، تعدّ الكهرباء، إلى حدّ كبير، مصدرًا عمليًا للطاقة يمكن استخدامه في عمليات التبريد، حيث أن تكييف الهواء يمثل أحد القطاعات التي تزيد احتياجاتها للطاقة، وهي متطلّبات تضطرّ دائمًا مرافق الكهرباء إلى تلبيتها.

تستخدم الكهرباء في الاتّصال عن بعد. وفي الواقع كان التلغراف الكهربائي، الذي ابتكره ويليام كوك William Cooke و تشارلز ويتستون Charles Wheatstone عام ١٨٣٧، من أوائل تطبيقات الكهرباء في هذا المجال. ومع وضع أوّل نظام تلغراف عابر للقارات، تمّ عبر المحيط الأطلسي، في الستينات من القرن التاسع عشر، سهّلت الكهرباء وسائل

الاتّصال، فأصبحت لا تستغرق سوى دقائق معدودة في جميع أنحاء العالم. وعلى الرغم من أن تكنولوجيا الألياف البصرية والاتصال عبر الأقمار الصناعية قد شغلت حصّة في سوق نظم الاتصالات، ولكن ما زالت الكهرباء جزءًا أساسيًّا من هذه العملية. فضلًا عن ذلك، تظهر تأثيرات الكهرومغناطيسية بوضوح في المحرّك الكهربائي الذي يعدّ وسيلة نظيفة وفعّالة للقدرة المحركة.

ويسهل تزويد المحرّك الثابت، مثل الرافعة، بمصدر للإمداد بالقدرة. أما المحرّك الذي يتحرّك مع تطبيقه، مثل السيارة الكهربائية، فيجب أن يحمل معه مصدرًا للقدرة كالبطارية، أو يجمع شحنة كهربائية مستمدّة من تماسّ انزلاقي مثل البانتوجراف، مما يضع قيودًا على مداه أو أدائه. هذا وتستخدم الأجهزة الإلكترونية المقحل، الذي يعدّ من أهمّ الاختراعات في القرن العشرين. كما أنه وحدة بناء أساسية تدخل في تكوين جميع الدوائر الكهربائية الحديثة. وقد تحتوي الدائرة المتكاملة الحديثة على مليارات من أجهزة المقحل صغيرة الحجم في محيط لا يتجاوز بعض السنتيمترات المربّعة.

التأثيرات الفيزيولوجية للكهرباء

يتسبّب تعرّض جسم الإنسان لجهد كهربائي في سريان تيّار كهربائي عبر الأنسجة. وعلى الرغم من أن العلاقة بين الجهد والتيّار الكهربائي لا خطّيّة، فإنه كلما زاد الجهد الكهربائي، اشتدّ التيار. وبداية الإدراك الحسّيّ لهذا الأمر يختلف باختلاف تردّد المصدر ومسار التيّار. ولكنه يتراوح ما بين ٠,١ مللي أمبير إلى ١ مللي أمبير فيما يختصّ بكهرباء تردّد الموصلات الرئيسية. ومع ذلك من الممكن الكشف عن تيّار كهربائي منخفض تصل شدّته إلى ميكروأمبير على أنه تأثير الإهتزازات الكهربائية في ظلّ ظروف معيّنة. وفي حالة ارتفاع التيّار الكهربائي بنسبة كافية، فإنه يتسبّب في حدوث تقلّص عضليّ وارتجاف القلب وحروق في الأنسجة. كما أن غياب أيّ علامة مرئيّة تدلّ على أن أحد الموصلات مشحون كهربيًّا يجعل من الكهرباء خطرًا بالغًا. ومن الممكن أن يكون الألم الناجم عن الصدمة الكهربائية شديدًا، مما يؤدّي في بعض الأحيان إلى تحوّل الكهرباء لوسيلة تعذيب. ويطلق على الوفاة التي تنتج عن صدمة كهربائية اسم الصعق الكهربائي. فضلًا عن ذلك، يعدّ الصعق الكهربائي وسيلة من وسائل تنفيذ الأحكام القضائية في بعض الدول، على الرغم من ندرة استخدامه في الآونة الأخيرة.

الظواهر الكهربائية في الطبيعة

إن الكهرباء ليست اختراعًا من اختراعات الإنسان. والدليل على ذلك هو إمكانيّة ملاحظتها في صور متعدّدة في الطبيعة، وأبرز هذه الدلائل هو البرق. وعدد كبير من التفاعلات المألوفة والبسيطة، مثل اللمس أو الاحتكاك أو الربط الكيميائي، يحدث نتيجة للتفاعلات بين المجالات الكهربائية على المقياس الذري. ويعتقد البعض أن المجال المغناطيسي لكوكب الأرض ينشأ عن التيّارات الدوّارة في مركز الأرض والتي تعدّ مولّدا كهربيًّا طبيعيًّا. بعض البلورات، مثل المرو أو حتى السكر، تولّد فرقًا في الجهد على أسطحها عندما تتعرّض لضغط خارجي. وتعرف هذه الظاهرة باسم الكهرضغطية، وهي كلمة يونانية.

وقد اكتشف هذه الظاهرة بيير كوري Pierre Curie و جاك كوري Jacques Curie عام ١٨٨٠. ويعدّ هذا التأثير متبادلًا، فعندما تتعرّض مادة كهرضغطية لمجال كهربائي، يحدث تغيير بسيط في الأبعاد الفيزيائية. بالإضافة إلى ذلك، تستطيع بعض الكائنات الحيّة، مثل أسماك القرش، الكشف عن التغييرات التي تحدث في المجالات الكهربائية والاستجابة لها، ويعرف ذلك باسم "الاستشعار الكهربائي".

بينما تتمتّع بعض الكائنات الحيّة الأخرى بما يطلق عليه "القدرة على التفريغ الكهربائي" أي أنها تولّد جهودًا كهربائية بنفسها كوسيلة لافتراس غيرها من الكائنات أو كسلاح دفاعيّ لها. ويعتبر الأنقليس الرعاد Electrophorus electricus أشهر مثال على ذلك حيث بوسعه اكتشاف فريسته أو صعقها من خلال تفريغ جهود كهربائية عالية تتولّد من خلايا عضليّة معدّلة تسمّى الخلايا الكهربائية، وتقوم الحيوانات جميعها بإرسال المعلومات على امتداد أغشية الخلايا، وذلك مع نبضات مشحونة كهربائيًا تسمّى جهود الفعل، وهي الموجة المتشكّلة من التفريغ الكهربائي التي تنتقل من منطقة إلى أخرى

مجاورة لها على طول الغشاء الخلويّ لأيّ خليّة حيّة. ووظيفة هذه الجهود تتضمّن الاتصال بين الخلايا العصبية والعضلات عن طريق النظام العصبي. تحفز الصدمة الكهربائية هذا النظام، وتتسبّب في تقلّص العضلات. كما أن جهود الفعل مسؤولة عن تنسيق الأنشطة في مجموعة معيّنة من النباتات والثدييّات.

المفهوم الثقافي للكهرباء قديمًا

لم تكن الكهرباء تشغل جزءًا رئيسيًا من الحياة اليومية للعديد من الأفراد في القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، حتى في الدول الصناعية في العالم الغربي. وبناءً على ذلك، صوّرت الثقافة الشعبية الكهرباء في هذا الوقت على أنها قوّة غامضة وشبه سحريّة، وقادرة على قتل الأحياء وإحياء الموتى، أو بتعبير آخر، فهي تستطيع تغيير قوانين الطبيعة.

ويظهر هذا الموقف تجاه الكهرباء في الرواية التي كتبتها ماري شيلي Mary Shelley بعنوان فرانكنشتاين Frankenstein سنة ١٨١٩، وكانت أولى الروايات التي وضعت الصورة المكرّرة التي تصوّر عالِمًا مجنونًا يقوم بإحياء كائن من رقع من القماش بالقدرة الكهربائية. علاوةً على ذلك، ومع اعتياد العامّة على الكهرباء كقوام الحياة في الثورة الصناعية الثانية، كانت استخداماتها تنصبّ غالبًا على الجانب الإيجابي، مثل العاملين في مجال الكهرباء الذين "يكونون قاب قوسين أو أدنى من الموت وهم يقطعون الأسلاك الكهربائية ويصلحونها"، كما ورد في قصيدة "أبناء مارثا The Sons of Martha" للكاتب روديارد كبلينج Rudyard Kipling التي ألّفها عام ١٩٠٧.

وقد برزت جميع أنواع السيّارات التي تعمل باستخدام الطاقة الكهربائية بشكل كبير في قصص المغامرات، مثل روايات الكاتب الفرنسي جول فيرن Jules Verne أو سلسلة روايات بطل الخيال العلمي توم سويفت Tom Swift . وقد كان العامّة ينظرون إلى كبار الأساتذة في مجال الكهرباء، سواء كانوا أشخاصًا من الواقع أم من وحي الخيال، بما فيهم العلماء مثل توماس أديسون Thomas Edison أو تشارلز شتاينمتز Charles Steinmetz أو نيكولا تسلا Nikola Tesla على أنهم يتمتّعون بقدرات تشبه قدرات السحرة.

أما والآن بعد أن صارت الكهرباء أمرًا عاديًا وتقليديًا، وأساسيًا في الحياة اليومية منذ النصف الثاني من القرن العشرين، فلم يعد الأمر يلفت نظر الناس إلا عند توقّف الكهرباء عن التدفق، وهو حدث يساوي كارثة بالنسبة لهم. والأفراد الذين يحافظون على تدفقها، مثل البطل المغمور Wichita Lineman الذي تتناوله الأغنية التي كتبها جيمي ويب Jimmy Webb عام ١٩٦٨، لا يزال يعتبرهم البعض أبطالًا يتمتّعون بقدرات تشبه قدرات السحرة.

تاريخ المغناطيس

خصّص البيروني في كتابه الجماهر في معرفة الجواهر فصلًا عن المغناطيس، وأشار إلى الصفة المشتركة بين المغناطيس والعنبر (الكهرباء) وهي جذبهما للأشياء، وبيّن أن المغناطيس يتفوّق على العنبر في هذه الصفة، وأشار البيروني إلى أن أكثر خامات المغناطيس موجودة في بلاد الأناضول، وكانت تصنع منها المسامير التي تستخدم في صناعة السفن في تلك البلاد، أما الصينيون فكانوا يصنعون سفنهم بضمّ وربط ألواح أخشاب الزيتون إلى بعضها بحبال من ألياف النباتات، ذلك أن هناك جبالًا من حجر المغناطيس مغمورة في مياه بحر الصين كانت تنتزع مسامير الحديد من أجسام السفن فتتفكّك وتغرق في الماء.

مواد مغناطيسية

المغناطيس الذاتيّ هو قطعة من المادة قابلة للمغنطة وينتج بذاته مجالًا مغناطيسيًّا. ومن امثلة تلك المغناطيسات الذاتية المغناطيسات التي نجمّل بها أبواب الثلاجة في المنزل، أو التي نثبت به أوراقًا على لوحات حديدية في المدرسة. وتسمّى المواد القابلة للمغنطة، وهي المواد التي تنجذب بشدّة أيضًا إلى مغناطيس ذاتيّ، تسمّى مواد ذات مغناطيسية حديدية أو ذات فريمغناطيسية. من تلك المواد نجد الحديد والكوبلت والنيكل وبعض السبائك المحتوية على عناصر أرضية نادرة. وبينما المواد ذات المغناطيسية الحديدية (والفريمغناطيسية) هي المواد التي تنجذب بشدّة إلى مغناطيس ذاتيّ وتعتبر مواد مغناطيسية، إلّا أن المواد الأخرى تتأثر بطريقة ضعيفة بمجال مغناطيسي بطريقة ما، وتتّصف بنوع آخر من صفات المغناطيسية.

وتصنع المغناطيسيات الذاتية من مادة مغناطيسية حديدية شديدة "الصلابة" عن طريق معاملتها في مجال مغناطيسي شديد، بحيث يوجّه حبيباتها البلورية المغناطيسية في اتّجاه المجال المغناطيسي الخارجي. ويصعب ضياع مغناطيسيتها بسبب صلادتها[٦]. ومن أجل إزالة مغناطيسية مغناطيس فلا بد من تسليط مجال مغناطيسي عكسي عليه بشدّة معيّنة تعتمد على ما يسمّى مقاومة مغناطيسية للمادة. وتتميّز المواد المغناطيسية الصلدة بمقاومة مغناطيسية عالية بينما تتّصف المواد المطاوعة مغناطيسيًّا بمقاومة مغناطيسية منخفضة.

[٦]: عدم مطاوعتها.

ترجع ظاهرة المغناطيسية في المواد إلى الإلكترون الذي يشكّل الأغلفة الذرّيّة للعناصر، والذي هو ذاته يعتبر مغناطيسًا صغيرًا، حيث له عزم مغناطيسي ناتج عن عزمة المغزلي.

خصائص المغناطيس

المغناطيس يجذب مغناطيسًا آخر. تتجاذب الأقطاب المتضادّة وتتنافر الأقطاب المتماثلة.

المجال المغناطيسي هو مجال متّجه (مجال مغناطيسية الأرض توجّه إبرة مغناطيسية). ويتّسم المجال المغناطيسي عند أيّ نقطة بصفتين:

١) اتّجاهه: ويحدّده الاتّجاه الذي تتّخذه إبرة البوصلة فيه.

٢) شدّته: ويبيّنه مدى انصياع الإبرة المغناطيسية لاتّخاذ اتجاهه.

وطبقًا لنظام الوحدات الدولي تسمّى وحدة المجال المغناطيسي بوحدة تسلا.

يسمّى العزم المغناطيسي أحيانًا عزم ثنائيّ الأقطاب، ويرمز له عادة برمز وهو كمّيّة متّجهة، وهي تصف الخواصّ العامّة للمغناطيس. وبالنسبة إلى قضيب مغناطيسي فإن اتّجاه عزمه المغناطيسي يمرّ من قطبه الجنوبي إلى قطبه الشمالي. وتعتمد شدّته على قوّة القطبين وعلى بعد القطبين عن بعضهما البعض.

وتقاس وحدة العزم المغناطيسي بوحدة أمبير متر مربع، طبقًا لنظام الوحدات الدولي.

وينشئ المغناطيس مجاله المغناطيسي حوله، كما أنه يتأثر ويتعامل مع مجال مغناطيسي خارجي. ويعتمد قوّة المجال المغناطيسي الذي ينتجه عند نقطة معيّنة على شدّة عزمه المغناطيسي. بالإضافة إلى ذلك فعندما يوضع المغناطيسي في مجال مغناطيسي خارجي، آتيًا من مغناطيس آخر، أو من مصدر آخر، فإنه يتأثر بقوّة عزم دوران، تحاول

توجيهه في اتّجاه المجال المغناطيسي الخارجي. ويتناسب عزم الدوران مع العزم المغناطيسي، كما يتناسب مع شدّة المجال الخارجي.

المجال المغناطيسي ناشيء عن مرور تيّار منتظم في ملفّ سلكيّ. هذا النظام يعادل مجال القضيب المغناطيسي.

وقد يقع المغناطيس تحت تأثير قوّة تحرفه إلى اتّجاه معيّن أو آخر بحسب مكانه واتّجاهه بالنسبة للمجال الخارجي. فإذا كان المجال المغناطيسي الخارجي منتظمًا فإن المغناطيس لا يعاني من قوّة شد، وإنما يعاني فقط من عزم الدوران. أي أن إبرة البوصلة تتخذ اتجاه المجال المعناطيسي للأرض، ولا تنتقل الإبرة (أو البوصلة) من مكانها.

وإذا قمنا بتشكيل سلك في هيئة حلقة بمساحة معيّنة (ألف) ومرّرنا في السلك تيّار كهربائي (ب)، تولّد مجال مغناطيسي في الحلقة، وتصبح الحلقة ذات عزم مغناطيسي مقداره (ب ضرب في أ) ويكون عموديّا على الحلقة ومارّا (بصفة أساسية) بمركزها، كما تُنشئ الحلقة مجالًا مغناطيسيًّا حولها.

بدراسة الجسيمات الأولية مثل الإلكترون والبروتون والنيوترون، اتّضح أن لكل منهم عزما مغناطيسيًّا. ويختلف العزم المغناطيسي لكل جسيم عن الآخر. يرجع العزم المغناطيسي - على سبيل المثال - للإلكترون إلى عزمه المغزلي حيث يدور الإلكترون دائمًا حول محوره.

تقاس مغناطيسية مادة ممغنطة بقيمة العزم المغناطيسي في المتر المكعب فيها ويرمز لها عادة برمز، ووحدتها أمبير/متر. والمغناطيسية هي مجال متّجه، ويمكن مغنطة مادة مغناطيسية في أماكنها المختلفة باتّجاه مختلف للمغناطيسية (مثل الحبيبات المغناطيسية في الحديد).

ويتميّز الحديد بمغناطيسية عالية. وهذا يفسّر لماذا يستخدم الحديد أساسيًّا في إنتاج حقول مغناطيسية شديدة.

يتلو الحديد في شدّة مغناطيسيته الكوبلت والنيكل، وتسمّى تلك المواد موادّ ذات مغناطيسية حديدية، ونجد تلك الثلاثة عناصر متجاورة في الجدول الدوري للعناصر، حيث يتشابه فيهم الغلاف الإلكتروني لذرّاتهم (أعدادهم الذرية ٢٦ و ٢٧ و ٢٨ على التوالي).

أنواع المغناطيسية

تصنع المغناطيسات من الحديد والكوبلت والنيكل أو من بعض سبائك تلك المواد، وتسمّى موادّ ذات مغناطيسية حديدية، ومن خصائصها الانجذاب بشدّة إلى مغناطيسي ذاتي. أما المواد الأخرى فهي تبيّن ظاهرة المغناطيسية بطرق مختلفة، ومغناطيسيتها ضعيفة بصفة عامة.

تنقسم صفة المغناطيسية (وهي تعتمد على التوزيع الإلكتروني في الذرّات) إلى الأصناف الآتية: مغناطيسية حديدية، فريمغناطيسية، مغناطيسية مسايرة، مغناطيسية معاكسة، مغناطيسية حديدية مضادة.

حبيبات المغناطيسية

الحبيبات المغناطيسية هي في مادة مغناطيسية حديدية، وكلّ حبيبة مغناطيس ذاتية، ولكن توزيعها عشوائي، فلا تظهر مغناطيسيتها.

الحبيبات المغناطيسية هي في سبيكة حديد نيوديم وبور وتتّصف بالمغناطيسية الحديدية.

تتّسم المواد المغناطيسية، ومن ضمنها المواد الفريمغناطيسية، بأن ذرّاتها مغناطيسية، وذلك بسبب العزم المغزلي للإكترون الذي يكون مصحوبًا بعزم مغناطيسي، أي أن الإلكترون يعتبر مغناطيسًا صغيرًا. ومن خصائص مواد المغناطيسية الحديدية بالذات، مثل الحديد والكوبلت والنيكل، فإن الإلكترونات التي تشغل المدار في ذرّاتها تأخذ نفس الاتّجاه، وبذلك تصبح ذرّة الحديد وذرّة الكوبلت وذرّة النيكل ذات عزم مغناطيسي متميّز كبير.

وتتأثر الذرّات المتجاورة في المادة بالمجال المغناطيسي لبعضها البعض، وتتخذ نفس الاتّجاه مكوّنة حبيبة مغناطيسية، وتتكوّن حبيبات مغناطيسية - وتشمل عدة ملايين من الذرّات في المادة (يبلغ مقطع الحبيبة نحو ١٠ ميكرومتر) - ولكن اتّجاه مغناطيسية الحبيبات يكون موزّعًا عشوائيًّا بحيث تكون محصلتها المغناطيسية صفرًا. وعند وضعها في مجال مغناطيسي فإن تلك الحبيبات تميل إلى اتخاذ اتجاه المجال المغناطيسيس الخارجي، فتزيد مغناطيسية العينة. وبزيادة شدّة المجال المغناطيسي الخارجي تزداد عدد الحبيبات التي توجّه نفسها في اتّجاه المجال الخارجي وتزيد مغناطيسية العينة.

فإذا زادت شدّة المجال المغناطيسي المطبّق عليها من الخارج زيادة كبيرة، نجد أن مغناطيسية المادة تصل إلى حدّ التشبّع المغناطيسي، بحيث تكون جميع مغناطيسيات الحبيبات قد اتّخذت اتّجاها موازيًا للمجال المغناطيسي الخارجي. والحدّ الأعلى للتشبّع المغناطيسي هو من خواصّ بعض المواد، ويختلف من مادة لمادة (ويختلف أيضًا للحديد والكوبلت والنيكل).

عند وصول المادة المغناطيسية الحديدية إلى حدّ التشبّع يستمرّ تزايد المغناطيسية فيها ضعيفًا عن طريق المغناطيسية المسايرة، ولكن هذه أضعف نحو ١٠٠٠ مرّة من المغناطيسية الحديدية.

مغناطيس كهربائي

أبسط أنواع المغناطيس الكهربائي يتكوّن من ملفّ سلكيّ يمرّ فيه تيّار كهربائي، فيتولّد وتتركّز بداخله وحوله مجال مغناطيسي، وتكوّن خطوط المجال المغناطيسي مشابهة لخطوط المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي. ويتحدّد اتّجاه المغناطيسية في الملفّ طبقًا لقاعدة اليد اليمنى. وتتناسب شدّة المجال المغناطيسي المتولّد تناسبًا طرديًّا مع عدد لفّات الملفّ ومع مساحة حلقة الملفّ ومع شدّة التيّار الكهربائي المارّ في الملف.

فإذا وضعت في الملف أسطوانة من مادة ليست مغناطيسية (مثل أسطوانة من الورق أو الكرتون) يتولّد فيها مجال مغناطيسي ضعيف. أما إذا وضع في داخل اللولب مادة مغناطيسية حديدية مثل القضيب من الحديد أو عدّة مسامير حديدية، عندئذ تزداد شدّة المجال المغناطيسي المتولّد ويمكن أن تزداد ألف مرة عن شدّة مجال الملفّ الفارغ. وتستخدم المغناطيسات الكهربائية في معجّلات الجسيمات وفي المولّدات الكهربائية وأجهزة تصوير بالرنين المغناطيسي وكذلك في المجهر الإلكتروني.

تطبيقات المغناطيس

يعتبر المغناطيس من أهمّ المواد الموجودة في عصرنا الحالي، وهو من أهمّ الاختراعات التي ظهرت في مجال الفيزياء، فمنذ بداية اكتشاف حجر المغناطيس في مدينة مغنيسيًّا في تركيا، والفكر البشري يحاول أن يجد استخدامات واستعمالات لهذا الحجر الجاذب للمعادن.

فمع بداية التطوّر صنع واخترع المغناطيس الصناعي، كما نراه اليوم، وتمّ الاستفادة منه بشكل مذهل ومدهش، خاصّة في مجال المواصلات (القطارات الكهربائية السريعة والحافلات الكهربائية)، وكذلك في تخزين المعلومات في الحاسوب، وأجهزة تسجيل الصورة، وتسجيل الصوت، مثل القرص الصلب والكاسيت وغيرها من الأجهزة التي يستخدمها الفيزيائيون في تجاربهم مثل معجلات (مسرّعات) الجسيمات، ومصادم الهدرونات الكبير LHC و مختبر فيرميلاب Fermilab.

استخدامات المغناطيس

١ – توليد التيّار الكهربائي: ويعتبر هذا الاستخدام أهمّ استخدام للمغناطيس في عصرنا الحالي، لكونه ينتج الطاقة الأهمّ للعالم. وطريقة توليد المغناطيس للكهرباء اكتشفت على يد العالم فاراداي Faraday ، حيث قام بتدوير مغناطيس ذي قطبين حول ملف، فيقوم المغناطيس بتوليد مجال مغناطيسي، فيتحوّل إلى تيّار كهربائي يسير في السلك، وهذه العملية هي عكس عملية إنتاج الطاقة الحركيّة من خلال تمرير تيّار كهربائي حول مغناطيس لتوليد مجال مغناطيسي معاكس للمغناطيس ليقوم بتدويره.

٢ – القطارات المغناطيسية: ويعتبر هذا الاستخدام من عجائب الفيزياء التي كان يحلم بها الكثير من المخترعين والفيزيائيين، وهو جعل جسم ضخم كالقطار يطفو فوق الهواء، ولكن المغناطيس ليس العامل الوحيد في هذه العملية، بل تستخدم مواد فائقة التوصيل للتيّار الكهربائي، لا تكوّن أيّ مقاومة للتيار الكهربائي، ولكي تكون مقاومة هذه المواد للتيّار الكهربائي صفرًا، لابد من تخفيض درجة حرارتها إلى نسب منخفضة جدًّا.

ومع جميع المحاولات من المخترعين في عصرنا الحاضر، إلّا أن أكبر درجة حرارة يسهل توفيرها، تقوم بها المواد الفائقة التوصيل بوظيفتها، هي ٧٠ كلفن تقريبًا، ولكي نصل إلى هذه الدرجة، لابد من غمر المواد الفائقة التوصيل بالنيتروجين السائل، والذي يعدّ متوفّرا بشكل كبير، وهو ذو تكلفة معقولة نسبيًّا، حسب تكلفة غيره من المواد مثل الهيليوم السائل، والذي يعتبر مكلفًا جدًّا.

وعندما تنخفض درجة حرارة تلك المواد، تقوم بعكس المجال المغناطيسي القادم من قطب المغناطيس إلى قطبه الآخر، بحيث يكون المغناطيس معلّقًا وطافيًا في الهواء

بنفس الوقت، ومن ثم يطفو القطار في الهواء، ويتحرّك بسرعة عالية جدا لعدم وجود احتكاك بين القطار والسكّة.

٣ - استخدامات طبية: ويستخدم المغناطيس بكثرة في هذا المجال، ومن أهمّ استعمالاته في هذا المجال هو جهاز الرنين المغناطيسي، والذي يعدّ ثورة في مجال الطب، ويعدّ من أهمّ الابتكارات المساعدة لعلم الطب في كشف الأورام والأمراض وغيرها من الأجسام المضرّة في البدن.

٤ - أجهزة التسجيل المنزلية: مثل الحاسوب وأجهزة الأقراص المرنة والأقراص الصلبة والكاسيت ومكبّرات الصوت الكهربائية.

تاريخ نظرية الجاذبية

تشير الكتب التاريخية إلى أن المسلمين كانوا قد عرفوا عن الجاذبية وتأثيراتها، إلّا أن العمل بدأ على نظرية "الجاذبية الحديثة" في أواخر القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر، حيث قام غاليليو Galileo بتجربته الشهيرة، التي رمى فيها كرات ذات كُتَل مختلفة من أعلى برج بيزا، وبيّن ان سرعة وصول الجسم للأرض لا تتعلّق بكتلته.

لاحقاً قام أيضًا بتجربة دحرجة الكرات على سطح مائل، واستنتج منها أن السبب الذي قد يؤدّي إلى وصول الأجسام الأثقل للأرض قبل الأجسام الأخفّ، في بعض الأحيان، هو احتكاك الهواء في الغلاف الجوي بالجسم.

عرف المسلمون منذ القرن التاسع للميلاد قوّة التثاقل الناشئة عن جذب الأرض للأجسام، وأطلقوا عليها آنذاك اسم "القوّة الطبيعية".

يعدّ الهمداني من أوئل العلماء التجريبين الذين أشاروا إلى الجاذبية بوضوح، كما جاء في كتاب "الجوهرتين العتيقتين" بقوله:

"فمن كان تحتها (أي تحت الأرض عند الأسفل) فهو الثابت في قامته كمن كان فوقها، ومسقطه وقدمه إلى سطحها الأسفل كمسقطه إلى سطحها الأعلى، وكثبات قدمه عليه، فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كل جانب."

كذلك أدرك علماء المسلمين و فلاسفتهم أن هذه القوّة تتعاظم كلما كبر الجسم، كما في قول ابن سينا في القرن الرابع الهجري / العاشر الميلادي في كتابه (الإشارات والتنبيهات):

"القوّة في الجسم الأكبر، إذا كانت مشابهة للقوّة في الجسم الأصغر، حتى لو فصل من الأكبر مثل الأصغر، تشابهت القوّتان بالاطلاق، فإنها في الجسم الأكبر أقوى وأكثر، إذ فيها من القوّة شبيه تلك" – كتاب الإشارات والتنبيهات.

وللتأكيد على اطّلاع علماء المسلمين تمامًا على الجاذبية الأرضية، فإنه يتّضح ذلك جليًّا في كتاباتهم، منها ما جاء على لسان أبي الريحان البيروني في كتابه "القانون المسعودي" حيث قال:

"الناس على الأرض منتصبوا القامات كاستقامة أقطار الكرة، وعليها أيضًا تؤول الأثقال إلى أسفل".

ومنها ما جاء في كتابات الخازني حيث قال:

"إن الأجسام الساقطة تنجذب نحو مركز الأرض، وإن اختلاف قوّة الجذب يرجع إلى المسافة بين الجسم الساقط و هذا المركز" – كتاب ميزان الحكمة.

وقال أيضًا:

"الجسم الثقيل هو الذي يتحرّك بقوّة ذاتيّة أبدًا إلى مركز العالم، أعني أن الثقل هو الذي له قوّة الحركة إلى نقطة المركز" – كتاب ميزان الحكمة.

كما شبّه الإدريسي جاذبيّة الأرض بجذب المغناطيس للحديد، لمّا قال في كتابه نزهة المشتاق في اختراق الآفاق:

"الأرض جاذبة لما في أبدانها من أثقال، بمنزلة حجر المغناطيس الذي يجذب الحديد".

الجاذبيّة والثقالة

الجاذبيّة هي ميل الكتل والأجسام للانجذاب والتحرّك نحو بعضها البعض، كما في الجاذبية بين الأرض والشمس، وتعرف أيضًا باسم الثقالة.

فالوزن هو القوّة التي تحدثها الجاذبية، محدثة الانجذاب بين الأرض والجسم المعنيّ، وهي تساوي تسارع الجاذبية في كتلة الجسم.

وكان أوّل من وضع نظرية للجاذبية هو الفيزيائي المعروف إسحاق نيوتن Isaac Newton ، وبقيت هذه النظرية صامدة حتى تمّ استبدالها من قبل آينشتاين Einstein بنظرية النسبية العامة، لكن معادلة نيوتن Newton تبقى صحيحة وأكثر عمليّة، عندما نتحدّث عن حقول جاذبية ضعيفة، كإرسال المركبات الفضائية، والتطبيقات الهندسية الانشائية، مثل بناء الجسور المعلّقة.

انتشر مصطلح الجاذبية الأرضية مبكرًا، كون فكرة التجاذب كانت راسخة حسب النظرة النيوتنية، لاحقًا انتشر مصطلحا **الجاذبية** كتعميم لظاهرة التجاذب بين أيّ جسمين، ومصطلح **ثقالة** المشتقّ من الثقل، وهو أكثر دلالة على مفهوم النظرية النسبية للثقالة، حيث تعتبر النسبية الثقالة أو الجاذبية مجرّد التواء في الزمكان، وليس هناك من أيّ تجاذب بين الأجسام. بشكل عام قد يكون من الأنسب استخدام مصطلح "جاذبية" في إطار الميكانيكا الكلاسيكية، في حين يستخدم مصطلح "ثقالة" في إطار النظرية النسبية.

مجال وقوى الجاذبيّة

مجال الجاذبية:

مجال الجاذبية هو مجال متّجه، بمعنى أن قوّة الجاذبية التي سيتمّ تطبيقها على أيّ جسم في نقطة معيّنة في الفضاء، لكل وحدة كتلة، هو في الواقع يساوي تسارع الجاذبية عند تلك النقطة. وهو تعميم لنموذج المتّجه، الذي يصبح مفيدًا بشكل خاصّ، إذا تمّ إشراك أكثر من جسمين (مثل صاروخ بين الأرض والقمر)، بالنسبة لجسمين (الجسم الأول الأرض، والجسم الثاني صاروخ).

طبيعة قوى الجاذبية:

إن قانون الجذب العام لنيوتن Newton هو قانون استنباطيّ كمحاولة لوصف قوى الجاذبية بين الأجسام غير المشحونة، وقد استنبطه نيوتن Newton من خلال مشاهدات فلكيّة عديدة، وبالاستعانة بقوانين كيبلر Kepler لحركة الكواكب.

كان البيروني والخازني أيضًا قد أشارا لهذا المفهوم قبلهما بسبعة قرون تقريبًا.

ينصّ قانون الجاذبية العام لـ نيوتن Newton على التالي:

"قوّتا التجاذب بين جسمين ماديّين تتناسب طرديًّا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيًّا مع مربّع المسافة بين مركزيهما."

تعتبر قوة الجاذبية في الميكانيكا الكلاسيكية قوّة مباشرة بعيدة المدى، بمعنى أن هذه القوة تستطيع التأثير عن بعد بدون واسطة، ويتمّ تأثيرها بشكل لحظيّ.

فأيّ تغيّر في موقع أحد الجسمين يرافقه تحوّل لحظيّ في الجاذبية بينه وبين الجسم الآخر، ولكي يفسّر اسحاق نيوتن Isaac Newton هذه الخاصيّة، عمد إلى تعريف حقل جاذبية كونيّ موجود في كلّ نقطة من الفضاء. هذا الحقل هو حقل إتجاهي يعبّر عنه بمتّجه في كل نقطة، ويمثل قوة الجاذبية التي تتعرّض لها وحدة الكتل عندما توضع في هذه النقطة.

تنصّ نظرية **النسبية العامة** لـ آينشتاين Einstein على أن وجود أي شكل من أشكال المادة أو الطاقة أو العزم يحدث انحناء في الزمكان، وبسبب هذا الانحناء فإن المسارات التي تسلكها الأجسام في الأطر المرجعيّة القصوريّة يمكن أن تنحرف أو تغيّر اتّجاهها ضمن الزمن. وهذا الإنحراف يظهر لنا على أنه تسارع نحو الأجسام الكبيرة. وعرّفه نيوتن Newton بأنه ثقالة أو جاذبية. وبالتالي فإن النسبية العامة ترى تسارع الجاذبية أو السقوط الحرّ بأنه حركة قصوريّة، في حين أن المراقب هو من يتحرّك حركة متسارعة، وهذا ما يعرف بـ مبدأ التكافؤ.

قانون نيوتن للثقّالة

في سنة ١٦٨٧ نشر عالم الفيزياء و الرياضيات الإنكليزي إسحاق نيوتن Isaac Newton نظريته الشهيرة، وهي أن الأجسام تجذب بعضها البعض تبعاً لكتلتها، وتعتمد قوّة الجاذبية على مربّع المسافة بين الجسمين المتجاذبين.

وقال: "استنتجت من هذا أن القوّة التي تُبقي الكواكب في مساراتها متعلّقة بتربيع البعد بين مركزيهما. من هنا قارنت القوّة التي تمسك القمر في مساره بالقوى على سطح الأرض ووصلت إلى نتيجة قريبة جدًّا".

إن قوّة الجاذبيّة تعمل بين الكتل، ويبلغ مداها إلى مالا نهاية، وهي تعمل بين جميع الأجسام، و تظهر واضحة في التكوين الكرويّ للأجسام السماويّة من كواكب وشموس، و كذلك تتحكّم في أفلاك الكواكب حول الشمس، ودوران المجرّات حول الثقوب السوداء.

وهي التي تكوّر الأرض وتكوّر الشمس، وتجعل الكواكب تدور في أفلاك حول الشمس، وهي التي تربط المجرّات بمركزها (الثقوب السوداء)، وتتعادل مع قوّة الطرد المركزيّ، لاستبقاء المجرّات في مكانها، وحفظها من التناثر في الفضاء الوسيع، وهي التي تجعلنا منجذبين إلى الأرض.

نظرية النسبية للجاذبيّة

في أوائل القرن العشرين وفي بحثين نُشر أولهما في عام ١٩٠٥ وثانيهما في عام ١٩١٥، قام الفيزيائي الشهير ألبرت آينشتاين Albert Einstein بتغيير مفهوم الجاذبية.

حسب نظرية نيوتن **Newton**، كانت الجاذبية هي قوّة، بينما أثبتت النسبية أن الجاذبية هي مجال، وهي عبارة عن انحناءات في الفراغ تُسبّبها الكتلة.

فكلما كانت كتلة الجسم أكبر كلما كان انحناء الفضاء حوله أكبر. والأجسام الأقلّ كتلة سوف تقع في هذا الانحناء، الذي صنعه الجسم الأول، وبالتالي سيأسرها بجاذبيته.

بهذا التفسير الجديد المدهش للجاذبية، وبدمج البعد الزماني الرابع بالأبعاد المكانية الثلاث، أصبحت النسبية واحدة من النظريتين الأكثر شهرة وأهمية في القرن العشرين مع نظرية الكم.

الطاقة الداكنة اكتشاف عام ١٩٩٧

إن الفلكيين قد أعلنوا بأن اكتشاف (نجم متفجّر قصيّ) قد أكّد أن الكون يتوسّع بتسارع ـ أي أن سرعته تتزايد في كل لحظة ـ وذلك بسبب وجود (الطاقة الداكنة) الغامضة التي تشيع في كل مكان من الكون. إن هذا النجم ـ وهو أبعد نجم استطاع البشر اكتشافه على بعد ١١ مليار سنة ضوئية عن الأرض ـ قد كشف حقيقة أن الكون في فجر تاريخه كان يتوسّع، ولكن في خطى متباطئة وئيدة ـ أي بتسارع سلبي ـ وقد بدأ توسّع الكون يتحوّل من التباطؤ إلى التسارع في الفترة الأخيرة، أي قبل حوالي ٦ مليار سنة، وذلك بسبب قوة صادة غير معروفة، والتي شرعت في كسب معركتها على الجاذبية[٧].

يقول (مايكل ترنر Michael S. Turner) في مقابلته الصحفية (٢٠٠١/٤/٣) ـ حيث أعلن هذا الاكتشاف الهام ـ بأنه تطوّر هام جدًّا في فهمنا للكون. وكان الفلكيون قد طرحوا قبل بضع سنين قضيّة احتمال وجود الكون المتسارع، على أساس الأدلة الآتية من نوع خاص من (النجوم المتفجّرة القصيّة).

إن مثل هذه النجوم تتفجّر دائمًا بنفس اللمعان الذاتي التام، ما يتيح للفلكيين محاسبة بعدها عن الأرض بقياس بهت لمعانها الظاهري، بمعنى أنه كلما زاد بهت لمعانها زاد بعدها عن الأرض. بالإضافة إلى ذلك فإن الفلكيين باستطاعتهم تحديد نسبة توسّع الكون ومدى تغيّرها مع مرور الزمان، وذلك بقياس تمدّد موجة ضوئها وميلانها إلى الاحمرار، ما يدلّ على سرعة تراجعها وارتدادها عن الأرض.

---

[٧]: نشكر جيف فوست للمعلومات القيمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠١/٤/٣.

ولقد كانت المفاجئة الكبرى حينما لاحظ الفلكيون قبل بضع سنين بأن الكون لا يتباطأ في توسّعه ـ كما كانوا يفترضون ـ بل هو في الحقيقة يتسارع تحت تأثير طاقة غير معروفة.

يقول آدم ريس Adam Riess إن هذا الاكتشاف كان مروّعًا ومفزعًا، بحيث أن كثيرا من الناس كانوا يشكّون ويرتابون فيه، ويتعلّلون بالاحتمالات والبدائل الأخرى، مثل احتمال تأثير غيوم الغبار، التي تتخلّل الفضاء بين الأرض و(النجوم المتفجّرة القصيّة) على الرؤية، أو احتمال أن لا تكون هذه النجوم بنفس اللمعان الذاتي ـ كما يفترضه الفلكيون ـ بل إن اللمعان يمكن أن يختلف من نجم إلى آخر.

ولوضع هذه الفرضيّات تحت محكّ الفحص والاختبار، انكبّ الفلكيون على رصد نجوم أبعد وأقصى، ما شكّل تحدّيًا لهم، لأنه حتى النجوم المتألّقة تبدو باهتة وصعبة الرصد والمراقبة في هذه المناطق النائية من الكون.

ولكن إقبال الحظ كان حليفهم، وقد ساعد ريس Riess وزملاءه لكشف مثل هذا النجم المتفجّر القصيّ. ففي أواخر عام ١٩٩٧ قام الفلكي رون جيلي لاند لاند Ron Gilliland باستعمال (هابل) لإعادة زيارة منطقة في السماء جدّ نائية، تسمّى (حقل هابل العميق)، والتي رصدها (هابل) قبل سنتين.

وبعد مقارنته اكتشافه الجديد مع صور (حقل هابل العميق)، اكتشف نقطة نورانية لامعة كانت مرئية في عام ١٩٩٧، والتي لم توجد في صور عام ١٩٩٥. وكان هو ذلك (النجم المتفجّر القصيّ)، الذي أشعل منار هذا الاكتشاف المذهل !

وكانت تلك النقطة النورانية غير كافية لتحديد بعد النجم عن الأرض، أو تمدّد موجته الحمراء. ولكن ريس Riess اكتشف في عام ٢٠٠٠ بأن تلك المنطقة النائية من

السماء كانت قد أجريت عليها دراسة متفحّصة، بواسطة كاميرا أمواج ما دون الحمراء المركّب على (هابل)، وذلك بعد بضعة أسابيع فقط من رصد ومراقبات جيلي لاند Gilliland.

وهذه الصور التي أخذت خلال شهر واحد مكّنت ريس Riess وزملائه من قياس لمعان النجم وتمدّد موجته الحمراء، مؤكّدا بذلك ارتباط هذا النجم بمجرّة ضخمة بيضاوية الشكل مرئية في صور (هابل)، والتي يزيد بعدها عن الأرض بأكثر من ١٠ مليار سنة ضوئية.

يقول ريس Riess إن تمدّد موجة النور الحمراء لهذه (النجوم المتفجّرة القصيّة) لم تتآلف مع فرضيّات الغبار أو اللمعان المتغيّر، بل إنها توافقت تماما مع فرضيّة الكون المتسارع، والتي أثبتت براءة وحقانية المراقبات السابقة. والآن (٢٠٠١/٤/٣) نحن متأكّدون تمامًا بأن الكون اليوم يتسارع في توسّعه.

وأضاف ترنر Turner بأن هذا (النجم المتفجّر القصيّ) كان السبب في تجاوز الخطر الذي أوجدته التساؤلات التقليدية، والتي كانت تسعى جاهدة وراء تحاشي فرضيّة التسارع الكوني.

الطاقة الداكنة

أعظم اكتشاف في علوم الفضاء والفلك

إن الفلكيين على ثقة تامة بأن الكون يتسارع في توسّعه، بيد أنهم لا يعرفون حتى الآن لماذا الكون يتسارع. إنهم يخمّنون بأن هناك قوة غامضة يسمونها (الطاقة الداكنة) قد اكتسحت قوة الجاذبية، ما تسبّب في تسارع توسّع الكون. إن هذه الطاقة ربما تشكّل ثلثي الكون، وهي قوة صادة وليست بقوة جاذبة.

وعندما اكتشف في أواخر عام ١٩٩٧ (نجم قصيّ متفجّر) على بعد حوالي ١٢ بليون سنة ضوئية، سمّوها (النجم القصيّ ١٩٩٧)، عرف العلماء بعد إجراء التحليلات على تمدّد موجة الضوء المنبثق منه، بأن الكون قبل حوالي ١٢ بليون سنة ضوئية كان لا يزال يتباطؤ في توسّعه ـ بمعنى أنه كان يتوسّع ولكن بتسارع سلبي ـ منذ الانفجار الكبير، حينما كانت الجاذبية هي القوة المهيمنة في الكون الصغير نسبيًّا آنذاك.

ولكن منذ ٤ الى ٨ بليون سنة خلت فإن الكون كان قد توسّع الى حدّ ضعفت فيه الجاذبية وقويت فيه (الطاقة الداكنة)، مما تسبّب في بدايات تسارع الكون في توسعه.

كان آينشتين Einstein قد تنبّأ في نظرية النسبية العامة بوجود (ثابت كوني)، افترضه كي يعمل على تخفيف أثر قوة الجاذبية، لإيجاد كون مستقرّ ومتوازن. ولكن تلك النظرية لم تكن تبرّر بأي شكل من الأشكال وجود قوّة صادة في الكون قاهرة ومهيمنة على قوة الجاذبية.

يقول ترنر Turner إن هذه القوة الغامضة هي طاقة أكثر منها مادة، لأنها منتشرة بين المجرّات على حد سواء، ولذلك سمّوها (الطاقة الداكنة). هناك تفسيرات أكثر تحفّظًا

وحذرًا (للطاقة الداكنة) تتضمّن جزيئات حقيقية في الفراغ، وأيضًا تأثير الأبعاد المخفيّة التي تنبّأت بها (نظرية الخيوط)[٨].

إنها مادة غامضة حقًّا، وإن فهم هذه الطاقة وتأثيراتها على التوسّع الكوني يتطلّب سنوات بل عقودًا من الدراسات الإضافية بواسطة أجهزة جديدة وتلسكوبات قوية، والتي بإمكانها التحديق في أعماق الكون أكثر مما يستطيعه المختبر الفضائي (هابل).

يعتقد ترنر Turner بأنها المشكلة رقم واحد اليوم في أوساط علوم الفيزياء والفضاء والفلك. وهو يعتبر اكتشاف الكون المتسارع أعظم اكتشاف في علوم الفضاء والفلك منذ اكتشاف إدوين هابل Edwin Hubble لنظرية توسّع الكون. إن اكتشاف حقيقة أن الكون يتسارع ولا يتباطأ، يمكن أن ينظر إليه في المستقبل بأنه أهمّ اكتشاف في كل العلوم في الربع الأخير من القرن العشرين.

[٨]: نشكر مجلة الفضاء الأمريكية للمعلومات القيمة التي قدمتها لنا.

الطاقة الداكنة
أعيت أحذق العلماء

هناك دراسة جديدة تؤكّد نظرية القوة الداكنة، ولو أن العلماء أنفسهم قد أعيتهم هذه القوة وما هي وكيف تعمل ! وكما أن الجاذبية تجذب فإن القوة الداكنة تصدّ ـ أو تشفط، إذا افترضنا بأن الناظر يقع خارج الكون[٩].

إن العلماء أصحاب النظريات لا يهتدون إلى دليل يبرّر وجود قوّة مضادة للجاذبية، بيد أنهم يقولون إن هذه القوة الغامضة تؤمّن الوقود لهذه السرعة المتزايدة، التي بها ترتدّ مجرّات الكون وتتراجع عن بعضها البعض.

المحصّلة النهائية في أسوء الحالات هي أن يبقى الكون وحيدًا فريدًا، لا يرى أهل مجرّة ما جيرانهم من المجرّات الأخرى، ولا يسمع عنهم شيئًا، لأن المجرّات تبتعد عن بعضها البعض بسرعة تقارب سرعة الضوء.

أو ربما تتصوّر نظرية خيالية ما بأن التسارع هذا، في نهاية المطاف، سوف يودّي بكل المادة إلى التمزّق والتقطّع إربًا إربًا، ومن ثم يودّي بالكون كله إلى (الفتق الكبير).

وحتى الآن تمّ رصد وملاحظة القوة الداكنة بطريقة غير مباشرة، تنحصر في فحص الضوء القادم من النجوم المتفجّرة القصيّة، للتحقّق من حالة توسّع الكون في زمن مغادرة الضوء للنجوم المتفجّرة.

---

[٩]: نشكر مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠٣/٨/٥.

بيد أن الدراسة الجديدة استعملت أسلوبًا مختلفًا تمامًا. إن الباحثين قارنوا الملايين من المجرّات التي صوّرت، بخارطة درجات حرارة الكون في فجر تاريخه، والتي طوّرت مؤخّرًا من البيانات والإحصائيات التي التقطها (مجس ماب) عن إشعاعات خلفية الأمواج المجهرية الكونية.

يقول الباحثون إنهم اكتشفوا ظلّ القوة الداكنة على إشعاعات خلفية الأمواج المجهرية الكونية، والتي هي بقايا العهد المبكّر جدًّا من الكون منذ الانفجار الكبير، وإنهم يتصوّرون بأن هذا الظلّ هو الذي سبّب انطلاقة هذه القوة.

فلنتريّث قليلًا الآن (٢٠٠٣/٨/٥) ريثما نرى كيف أن العلماء أصحاب النظريات يكوّنون نظرياتهم بشأن ما هو المفروض أن يحدث لإشعاعات الأمواج المجهرية على مرّ الزمن في الحالتين: في حالة وجود القوة الداكنة أو عدم وجودها.

إنهم قرّروا بأن القوة الداكنة يجب أن تترك بصمة معينة، فوجدوا أنها فعلًا فعلت ذلك ! يقول أندريو كونولي Andrew Connolly إن وحدات الضوء (الفوتونات) التي تشعّ، على مرّ الزمن، من خلفيّة الأمواج المجهرية الكونية، تمرّ من خلال عدّة تجمّعات وتكتلات المجرّات والمادة الداكنة.

وكلما سقطت وحدات الضوء (الفوتونات) في بئر الجاذبية ـ الذي يتكوّن من مجموعة المجرّات الكبيرة ـ ربحت واكتسبت طاقة، تماما كالكرة التي تتدحرج من على تل. وكلما خرجت من البئر خسرت وفقدت طاقة.

إن الصور الفوتوغرافية للأمواج المجهرية يستحيل لونها الى اللون الأزرق ـ ما يدلّ على النشاط الأكبر ـ حينما تقع (الفوتونات) وتنزلق في داخل البئر، ويستحيل لونها

إلى اللون الأحمر ـ ما يدلّ على النشاط الأقلّ ـ حينما تتسلّق (الفوتونات) وترتفع بتواصل.

يقول (ألبرت ستي بنس): إذا كان الكون في معظمه يشتمل على المادة العادية، فالمفروض أن يتوقّع المرء أن يلغيا التأثيران الأزرق والأحمر بعضهما البعض، بحيث يكون صافي التأثيرين صفرًا.

ولكننا في السنوات الأخيرة نرى بأن معظم الحشو في الكون شاذ وخارق العادة، بمعنى أن الجاذبية الصادّة تطغى على الجاذبية الجاذبة.

يقول (ديويد سبرجل): إن نتائج البحث التي أعلنت تؤكّد بأن القوة الداكنة ـ كيفما كانت ـ هي شيء لا تستطيع الجاذبية جذبها، ولو على المقاييس الكبرى التي تمّ جسّها بالمختبر الفضائي. إنها تلميح وإشارة هامة لعلماء الفيزياء الذين يحاولون إدراك الطاقة الداكنة الغامضة.

إن (جون بلاك اسلي) قاد مؤخّرًا دراسة منفصلة لاثنتين من النجوم المتفجّرة القصيّة جدًّا، والتي ساعدته على تثبيت توقيت التحوّل من تباطؤ سرعة الكون إلى تسارع سرعة الكون، والذي حدث قبل حوالي ٦/٣ مليار سنة. نعم إن الكون كان دائمًا يتوسّع، ولكنه لم يكن دائمًا يتسارع.

يقول (بلاك اسلي) إن نتائج (مجس سلون الفضائي) قد عيّنت (كابحًا لحفظ الثبات) في كل افتراضاتنا بشأن القوة الداكنة. ولكن هل نحن متأكّدون بأن القوة الداكنة تتواجد كما وصفوها في الماضي ؟ لا زال هناك بعض المجال للشك.

وإذا كانت القوة الداكنة قد أعيت أحذق العلماء وحيّرتهم فما بالنا نحن !!! إننا معذورون إذا اندهشنا وتعجّبنا واستغربنا بشأن نظرية[١٠] النشوء والارتقاء، وبشأن تطوّر ومصير هذا الكون. وحتى أننا معذورون لعدم دركنا لكل هذه الأحجيات والألغاز!!!

---

(١٠): النشوء والارتقاء في الطبيعة من روائع الله تعالى، والنظرية وُضعت لشرح التفاصيل ليس إلّا. ربما أخطأ داروين Charles Darwin في خلق الإنسان من القرد. ولكن هذا الخطأ لا يلغي قوة النشوء والارتقاء في الطبيعة و حيرتنا من أمر الله.

الطاقة الداكنة
حدث غاية في الغرابة

لقد كان معلومًا لدى العلماء، منذ العشرينات من القرن العشرين، بأن الكون في حالة توسّع. إن الغالبية العظمى من العلماء يعتقدون بأن الكون يتوسّع منذ الانفجار الكبير، والذي يقدّر بأنه حدث قبل ١٢ إلى ١٥ مليار سنة[١١].

ولكن هناك سؤالًا ملحًّا في علم الكون (دراسة بنيان الكون وتاريخه) يقول: هل هذا التوسّع سوف يستمرّ إلى الأبد ؟ أم أن الجاذبية ستتولّى مقادير الأمور يومًا ما، ثم تعكس اتجاه التوسّع، وتشدّ المجرّات كلها إلى الداخل، وفي نهاية المطاف، إلى (السحق الكبير)، ومن ثم يعلن نهاية الزمان.

وفجأة، وعلى غير انتظار، حدث شيء غير طبيعي منذ أواسط عام ٢٠٠٣، حيث تضخّمت مسألة توسّع الكون، ولاحت أمامنا ككابوس مرعب. فإن دراستين مختلفتين مستقلتين في عام ١٩٩٨ أثبتتا بأن توسّع الكون ليس بسرعة ثابتة ـ كما كان يتصوّر ـ بل إن سرعة هذا التوسّع في الحقيقة في حالة تسارع، أي أن سرعة التوسّع تتزايد لحظة بلحظة.

يقول (موريس آيزن مان) إن هذا لم يكن في الحسبان. فما هي الطاقة التي تسبّب تسارع توسّع الكون ؟ لا جواب شاف عندنا ! يخمّن العلماء بأن هذا التسارع ربما يكون سببه مادة أو طاقة عجيبة غريبة غير معروفة، والتي هي ضدّ الجاذبية ـ تصدّ ولا تجذب ـ ولكنها تعمل على المسافات القصيّة.

---

[١١]: نشكر مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠٥/٦/٣٠.

والعجيب أن ألبرت آينشتين Albert Einstein كان أوّل من تنبّأ بأن الكون ربما يتوسّع أو ينكمش. ولكنه بعد ذلك مع الأسف ظنّ أن فكرته خاطئة ومعيبة، فرماها في الهواء وقذف بها بعيدًا إلى مزبلة النسيان، وأعاد كتابة نظريته النسبية العامة ثانية.

إن كل شيء ذا كتلة يحمل خاصيّة الجاذبية. وإن قوة الجاذبية تمارس عبر الفضاء اللامتناهي، وتتناقص مع بعد المسافة. فعلى سبيل المثال، أنت تمارس جاذبية ضعيفة ما على النجوم والمجرّات البعيدة، وهي بدورها تمارس شدّ الجاذبية عليك. وعلى هذا النحو فأنت وعائلتك وهذه الأرض ومجرّتنا (درب التبانة) تجذب المجرّات الأخرى إلينا بعنف.

وعلى الرغم من أن الكون يتوسّع في كل الاتجاهات، إلّا أن جاذبية كل المجرّات، في نهاية المطاف، يجب أن تبطئ توسّع الكون وتخفّف من سرعته ثم توقّف التوسّع، ومن ثم تجرّ كل المادة إلى الدمار والمصير المحتوم. أو أن طاقة ما أخرى ربما ستهزم الجاذبية العادية.

وفي العقد الأخير ازداد العلماء قناعة بأن شكلًا ما من (المادة الداكنة) تتغلغل خلال الكون، معلّلين ومفسّرين بذلك ظاهرة في الفضاء، والتي لم يكن بالإمكان أن تحدث بكمية المادة العادية المتواجدة الآن. ولكن حتى (المادة الداكنة) لا تستطيع تفسير تسارع الكون.

ولهذا فإن بعض العلماء يقولون إنه ربما تتواجد طاقات صغيرة تعمل حتى في أصغر الفراغات من جسمك ومن الهواء حواليك وحول الكون بنوع من مضادات الجاذبية، والتي تسبّب تباعد المواد عن بعضها البعض على المسافات الطويلة !

وعلى الرغم من أن اعتقاد العلماء بالكون المتوسّع قويّ جدًّا، إلا أن هذه النظرية بحاجة الى أدلّة أكثر. يقول العلماء إنه حتى إذا ثبت في النهاية بأن هذه النظرية خاطئة،

إلّا أن توسّع الكون لا يتباطأ كما يجب، مستندين في ذلك الى معلوماتهم عن الكتلة والجاذبية. فهم يعتقدون (٢٠٠٥/٦/٣٠) بأن شيئا ما غاية في الغرابة يحدث في الكون !

يقول (آيزن مان) إننا بحاجة الى مقدار أكبر من الرصد والمراقبة، وإن نظريات وإيضاحات جديدة ربما سوف تنبثق. إن مختبرا فضائيًّا جديدًا يسمّى (ماب) سيطلق إلى الفضاء الخارجي في ربيع عام ٢٠٠٦، وسيقوم بقياس تذبذبات في درجات الحرارة في (خلفية إشعاعات الأمواج المجهرية الكونية)، والتي يعتقد أنها تشكّلت ٥٠٠,٠٠٠ سنة أو نصف مليون سنة ـ بعد الانفجار الكبير.

وإن مختبرًا فضائيًّا آخر يسمّى (سناب) سيرسم خارطة تبيّن نسب توسّع الكون في الفترات من الآن (٢٠٠٥/٦/٣٠) إلى قبل عشر مليارات سنة. ويتوقع أن تجميع مثل هذه البيانات سوف تكشف حجم الكون وشكله ومحتواه وعمره ومصيره.

الطاقة الداكنة روح الكون

لقد أعلن فريق من العلماء بأنه يكنّ في كل زاوية وشقّ وشرخ وركن من هذا الكون طاقة عجيبة وغريبة، تقابل كل قوّة بالصدّ وتردّ كل شيء بالجفاء، يسمّونها (الطاقة الداكنة). وإن هذه الطاقة تدفع المجرّات دفعًا وتردّ الكون بالجفاء، وتقابل قوّة الجاذبية الحاكمة في الكون بالصدّ. وإنها أوقعت رؤوس العلماء في دوّامة وفي طاحونة دوران سريع[١٢].

وفي حين أن قوة الجاذبية تمسك بلطف الكواكب والنجوم والمجرّات القريبة نسبيًّا، وتجعلها صلبة تتماسك بإحكام وتتواصل في وئام، إلّا أن (الطاقة الداكنة) – على عكس ذلك – تشدّ النسيج الزماني المكاني بقوّة، وتدفع المجرّات البعيدة دفعًا، وتضغط عليها ضغطًا، وتفرّقها في جهد عنيف، وتباعد بينها بتسارع عجيب، ليس فقط في عملية توسّع كوني بسيط، ولا سرعة ثابتة، بل بتسارع هائل متزايد، إلى أبعد حدود الكون، وأقصى حدود نهايته ـ إن كان يتصوّر للكون حدود وقصوى نهاية ـ أي أن سرعته تتزايد لحظة بعد لحظة.

وقد جاء الدليل وأتت البيّنة الواضحة على يدي المختبر الفضائي (هابل) في مراقباته الحديثة ورصده (للنجوم المتفجّرة) البعيدة جدًّا عن الأرض، والتي استبانت لأول مرة للإنسان. فلو كان الكون يتوسّع بسرعة ثابتة لظهرت (النجوم المتفجّرة) ألمع وأزهى مما ظهرت عليه بالفعل.

[١٢] نشكر راي فيلارد على المعلومات القيمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠١/٤/١٠.

فالاكتشاف الأخير، وهو المحطّم للأرقام القياسية، أظهر أن المجرّة التي تحتوي على هذه (النجوم المتفجّرة)، والبعيدة جدًّا عنا، **تميل إلى اللون الأحمر**، بدل أن تكون لامعة زاهرة. فلو كان الكون على سرعته الثابتة، أو لو كان يتسارع سلبيًّا، لكانت المجرّات أقرب إلى بعضها البعض، ولكانت تبدو ألمع وأزهى وأزهر لدنوّها من بعضها البعض.

المشكلة التي برزت من هذا الاكتشاف وغيره، في السنوات الأخيرة، هي أن الكون بدا لنا كخمير الساحرة المعقّد، وهو النقيع أو الشراب المركّب من (الطاقة الداكنة) والمادة العادية و (المادة الداكنة) ـ وهي الشكل الغير المرئي من المادة.

يقول (ماريو) إن الكون بدأ يبدو قبيحًا وصعبًا ومعقّدًا بشكل لا يصدّق. وأنا متعجّب ومتحيّر إن كنا نسأل الأسئلة الصحيحة أم لا. أما بالنسبة للعلماء الآخرين فقد كان الاكتشاف الجديد يبشّر بمستقبل زاهر باهر للفيزياء الفضائية. فقد كان التأثر باديًا وظاهرًا بشدّة على وجه (موريس آيزنمان) بسبب هذا الاكتشاف الجديد، حيث قال إن هذا يذكّرني بشعر (كيتس) الذي يصف (كورتيز)، حين شاهد المحيط الهادئ لأول مرة، وقد أثار هذا المشهد مشاعره وهزّ عواطفه.

ويقول إن هذا الاكتشاف هو كـ اكتشاف محيط جديد في مجموعه، وسنشرع في رحلتنا على أمواجه. وأنا أشعر إنها فرصة نادرة وغير عادية لمجتمعات الفيزياء وعلم الفلك، إذ أننا نبدأ بسبر أغوار كل شيء، من البنية التحتية للذرّة وبنيانها وتركيبها إلى هيكل الكون الكامل ومبناه وتركيبه. إنها كلها مترابطة مع بعضها البعض.

إن اكتشاف (الطاقة الداكنة) يسدّ فتحة وثغرة ضيّقة تركها أكبر اكتشاف كونيّ عظيم في القرن العشرين، ألا هو نظرية (التوسّع الكوني)، الذي اكتشفها أدوين هابل

Edwin Hubble في العشرينات من القرن الماضي ـ ويعدّ أكبر اكتشاف كونيّ في المائة سنة الأخيرة ـ وقد أغلق الاكتشاف الكوني العظيم الثاني هذه الثغرة بالحقيقة القائلة بأن الكون لا يتوسّع ببساطة السرعة الثابتة فقط، بل بتسارع، أي تتزايد سرعته في كل لحظة.

قبل عام واحد فقط (من تاريخ ٢٠٠١/٤/١٠) كان أكثر الفلكيين يشكّكون في أن الكون يتسارع في توسّعه، على الرغم من أن نتائج رصد (النجوم المتفجّرة) كانت قد نشرت في عام ١٩٩٨، والتي كانت تقترح بأن الفضاء يتوسّع اليوم أكثر من ذي قبل ـ خلافا للحكمة الكونية التقليدية القائمة آنذاك.

يقول (مايكل ترنر): والآن وقد اكتشفت أبعد النجوم المتفجّرة (ما يصل بعدها عنا إلى أكثر من ١٢ مليار سنة ضوئية)، فإن مسمارًا كبيرًا قد ثبّت على تابوت النظريات البديلة. فلقد تأكّدت (الطاقة الداكنة) على أعقاب عمليات سدّ وإغلاق للفتحات والثغرات والمنافذ، التي كانت متواجدة هنا وهناك في هذه النظرية، ما هزّت أركان الفيزياء الفضائية، وأعطت دفعة جديدة من الدعم لفكرة (الكون المتوسّع المتسارع).

فعلى سبيل المثال، فإن العلماء، في الحقبة من عام ١٩٩٨ إلى عام ٢٠٠١، قد اكتشفوا بأن **الكون مسطّح جوهريًا**. وهذا الاكتشاف وغيره قد طرح أرضًا التوضيحات بشأن التغيّرات في لمعان (النجوم المتفجّرة) ـ بمعنى أن نوعًا ما من الغبار الكونيّ يمتصّ ضوءها. وقد هزم هذا الاكتشاف مثل هذه التحفّظات والانتقادات وصرعها أرضًا.

ويقول (سول برل موتر) ـ الذي كان يترأّس المجموعة الأولى، التي نشرت في عام ١٩٩٨ نتائج تحرّياتها بشأن الكون المتسارع ـ **بأن تأكيد (الطاقة الداكنة) وتثبيتها سيومض شرارة بإحداث صنف جديد تمامًا من الفيزياء.**

وإن (الطاقة الداكنة) هي شيء لا نملك مفتاحًا لحلّ لغزها وما هو السبب وراءها، **وهي لا تنسجم مع نظريات الفيزياء الفعلية، ويجب تطوير مداخل جديدة لتوضيحها. وقال إن هذا شيء مثير فعلًا ! ونادرًا ما نفعل شيئًا كهذا.**

في عام ١٩١٧ تخيّل آينشتين Einstein لأول مرة قوّة منتشرة في الفضاء مضادّة لقوّة الجاذبية، والتي سمّيت بعدها (الثابت الكوني). وكترجمة القرن العشرين للأطلس الأسطوري، فلقد حاول آينشتين Einstein أن يسند الكون ـ كما يسندون سفينة أو حائطًا مائلًا لئلا يقع ـ لئلا ترزح النجوم وتنهار تحت وطأة الجاذبية. فلقد وسّع آينشتين Einstein معادلات نسبيته كي يضيف إليها قوة مضادة في الكون تحت شروط معيّنة، والتي تجعل الكون في توازن سرمدي وفي حالة ثابتة ومستقرّة.

وعندما اكتشف الفلكي الأمريكي إدوين هابل Edwin Hubble بأن الكون ليس ساكنًا ومستقرًّا ومتوازنًا ولكنه يتوسّع، عند ذلك تخلّى آينشتين Einstein عن (ثابته الكوني) وسمّاه خطأه الفاحش، بل أكبر هفوة وحماقة ارتكبها في حياته. ونتيجة لذلك وضع الفلكيون (ثابته الكوني) لعدة قرون في مكان مقفل، أو بالأحرى هجروه في خزانة الهياكل العظمية.

ويقول (مايكل داين) والآن يتحتّم عليّ أن آخذ (الطاقة الداكنة) بكلّ جدّيّة شئت أم أبيت. ويقول (ليفيو) أنا أوافقه على ذلك، فإن (الطاقة الداكنة) قد أصبحت الآن أسّ أفكارنا وأساسها عن الكون، وهي قوّة مركزية وهامة ورئيسية في كوننا هذا.

إن الفيزيائيين لا مناص لهم، في نهاية المطاف، من أن يحسموا أمرهم ويطلقوا كلمتهم عن ماهية (الطاقة الداكنة). وعلى الرغم من أنهم لا يدّعون معرفتها الآن (٢٠٠١/٤/١٠)، إلّا أنهم يعلنون بعض الأفكار عن منشئها.

يقول بعض العلماء إن هذه القوّة ترشّح من الفراغ أو الخواء. **فلقد أثبتت تجارب المختبرات بأنه يبدو أن الفضاء الخاوي الفارغ يغلي في الحقيقة بجزيئات حقيقية، تبرز إلى الوجود ثم تختفي، وتطرف كما تطرف العين.**

ويقول بعض العلماء إن هذا الفراغ أو الخواء، الذي هو دائمًا يبقبق، ويرسل أو يكوّن فقاعات بشكل أبدي سرمدي، يزخر بالطاقة التي تتخذ شكل (الجاذبية السالبة الصادّة). والمشكلة هي أن (طاقة الفراغ) ـ حسب حساباتهم ـ قويّة بشكل مناف للمنطق، ويجب أن تكون قد نسفت الكون ودمّرته منذ مدة طويلة.

وإحدى الحلول هي أن نفترض بأن (طاقة الخواء) تضعف بشدّة على مرّ الزمن، وأنها ليست ثابتة كما تخيّلها آينشتين Einstein. وهذا يقودنا إلى فكرة أخرى وهي **فكرة (الجوهر أو اللبّ أو الروح)**، والتي تقترح وجود حقل صادّ، موطّدًا ومثبّتًا في الفضاء شبيهًا بحقل الجاذبية أو الحقل المغناطيسي. وحسب هذه الفرضية فإن هذا الحقل قد خلق في اللحظات الأولى من عمر الكون، مع القوى الأخرى في الطبيعة. وهو الآن ينبسط ويتمطّى ويمتدّ ويتوسّع خلال الكون كخيوط العنكبوت.

وعندما توسّع الكون ومال إلى البرودة، كانت قوّة الجاذبية وقوّة (الجوهر أو اللب أو الروح) قد انخرطا في صراع وتشابك من أجل الهيمنة على الكون. كلا الحقلين مالا إلى الضعف والوهن مع توسّع الكون. ولكن في نهاية المطاف، ربح (الروح) المعركة على (الجاذبية)، وأخذ زمام المبادرة والسيطرة بيده، يدفع المجرّات بعيدًا عن بعضها البعض.

ويقول الفلكيون الآخرون بكل بساطة: لماذا القلق ؟ فإن (الطاقة الداكنة) مجرد سمة أساسية للكون، بل هي صفتها المميّزة والبارزة. إن محاولات توضيحها لا معنى لها ولا طائل تحتها، وهي كمن يريد أن يوضّح لماذا الأرض على هذه المسافة المناسبة الدقيقة من الشمس، لتتمكّن الحياة من النموّ والتطوّر فيها في راحة من البال. إنها كذلك لا غير ! ولو لم تكن كذلك لما كنا هنا لنسأل هذا السؤال.

ومن الناحية التاريخية فإن النظريات العلمية الناجحة تحشد وتجمع من الأفكار البسيطة. وفي حالة (الطاقة الداكنة) فالتوضيح الأبسط والأيسر والأقرب إلى الفهم والاستيعاب هو أن (الطاقة الداكنة) و (المادة الداكنة) ـ وهي جزيئات غير معروفة هويّتها الى الآن (٢٠٠١/٤/١٠)، والتي تشكّل القسم الأكبر من كتلة الكون ـ هما في الحقيقة تجلّيات وتظاهرات لنظرية الجاذبية الجديدة.

ومن المحتمل أن الجاذبية تضعف على مرّ الزمن. أو أنه من المحتمل أن قوة الجاذبية تتسرّب إلى أبعاد غير معروفة من الكون، وأن هذا النزيز أوالتسرّب هو مجرّد محاكاة للآثار المخيفة والمرعبة والموحشة (لمادة الحشو المظلمة الداكنة) في الفضاء.

إن الفلكيين يخطّطون لرصد (نجوم متفجّرة) أبعد ممّا رصدوا من ذي قبل، لاقتفاء آثارها وتعقبها، للتأكّد تمامًا من كيفية تغيّرات نسب السرعة في توسّع الكون. وإن هذا الرصد الجديد ربما سوف يساعد على تضييق حدود احتمالات بدائل لنظرية (الطاقة الداكنة).

يقول (ترنر) إن لغز (الطاقة الداكنة) يمكن أن يحلّ عن طريق الرصد الفلكي الدقيق فقط ليس إلّا، وليس عن طريق المختبرات الفيزيائية. أحد أهدافنا هو التحرّي

بشأن (الطاقة الداكنة) لنرى ما إذا كانت هذه الطاقة منافية للعقل أم لا، أو نرى هل أننا مخطئون تمامًا، أم أن الكون الذي نعيش فيه هو الكون المنافي للعقل حقيقة !

الطاقة الداكنة
وظاهرة عدسة الجاذبية

إن الفلكيين قد زوّدونا بدليل جديد بأن (الطاقة الداكنة) ربما تحكم الكون بشكل مؤثر، لتكوين حوالي ثلثين من إجمالي الطاقة في الكون، والتسبّب في دفع المجرّات، وما تتضمّنها من النجوم والكواكب وغيرها، بعيدًا عن بعضها البعض، بسرعة تتزايد في كل لحظة[١٣].

إن الخبراء في السنوات الأخيرة كانوا يبحثون عن شيء يوضّح لماذا أن الكون لا يتوسّع فحسب بل يتسارع. هناك نظرية تقول بأن طاقة دخيلة داكنة تعمل على مسافات بعيدة لدفع الأشياء بعيدًا عن بعضها البعض، وقهر المؤثرات المحلّيّة الناتجة عن قوة الجاذبية.

والآن (٢٠٠٢/١١/١٢) فإن فريقًا دوليًّا من الفلكيين، تحت قيادة علماء، قد أجروا مسحًا إحصائيًّا على السماء، على مدى عشر سنوات، لاستخلاص أمثلة ونماذج من ظاهرة (عدسة الجاذبية) أو (الجزّ أو القصّ الكوني). هذه الظاهرة تلاحظ عندما تثني مجرّة ما ضوءًا قادمًا من مجرّة بعيدة لامعة، لتترائى لنا مجرّة واحدة منها بعدّة أشكال في الصور. ومع ربط أعداد المجرّات ـ حسب أحدث البيانات العلمية ـ مع هذه النماذج من (عدسات الجاذبية) ـ موضوع البحث ـ التي اكتشفت، فإن العلماء قد تأكّدوا بأن معظم الطاقة في الكون ربما تكون غير مرئية، وبشكل غير معلوم في الوقت الحاضر.

إن ظاهرة (عدسة الجاذبية) أو (الجزّ الكوني) كان قد تنبّأ بها آينشتين Einstein في نظريته النسبية العامة، والتي تقول بأن ضوء المجرّات البعيدة اللامعة، حينما يمرّ

---

[١٣]: نشكر مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠٢/١١/١٢ على المعلومات القيمة التي قدمتها لنا.

قرب أجسام ذات كتلة ضخمة، كالمجرّات أو النجوم أو الشمس مثلًا، فإنه ينحرف عن مساره بفعل قوة الجاذبية لتلك التكتلات الضخمة. فإذا كنا ننظر إليها من خلال هذه التكتلات العملاقة ـ المجرّات التي تعترض طريقنا إليها مثلًا ـ فإن هذه المجرّات البعيدة اللامعة تبدو لنا في مكان غير مكانها الأصلي وبشكل غير شكلها الأصلي، تمامًا كظاهرة انكسار الضوء في الماء مثلًا.

يقول الفلكيون بأن (الطاقة الداكنة) تؤثر على خاصيّات الكون على مسافات بعيدة جدًّا فقط. لذلك فإن المراقبات التي تتأثر بحضورها، وعلى الأخصّ في الدراسات حول النجوم المتفجّرة في المجرّات البعيدة، كلها تنحصر في حدود قدراتنا الحالية.

قبل المختبر الفضائي (هابل) لم يكن بمقدور العلماء الوصول إلى المجرّات البعيدة اللامعة، واكتشاف النجوم المتفجّرة هناك. وستكون قدرات العلماء أقوى بكثير للوصول إلى مجرّات أبعد من ذلك بعد إطلاق مختبر فضائي جديد اسمه (جيمس وات) في عام ٢٠١٣.

يقول (ايان براون) ـ أحد أعضاء الفريق الدولي ـ بأن فحص ظاهرة (عدسة الجاذبية) أو (القصّ الكوني) الجديد مبنيّ على مناقشات فيزيائية تختلف تمامًا عن سوابقها، ولهذا فإن هذا الفحص والتحرّي يزوّدنا بدليل مستقلّ في تأييد نظرية (الطاقة الداكنة).

إن (عدسة الجاذبية) التي أخذت عن مجرّة بعيدة لامعة، من خلال مجرّة تقع بيننا وبينها، تزوّدنا بصورتين أو أكثر عن نفس المجرّة البعيدة اللامعة. بيد أنه من الصعوبة بمكان التمييز بين الصورتين، لأنهما قريبتان جدًّا من بعضهما البعض. لذلك فإن الفريق

الدولي قد أخذ صورًا بموجات الراديو من آلاف المجرّات البعيدة اللامعة، مستخدمًا أقوى مجموعات مرتبة من تلسكوبات الراديو في العالم.

يقول (بتر ويل كينسن) ـ أحد أعضاء الفريق الدولي ـ لقد اخترنا تلسكوبات الراديو لمراقباتنا، لأن باستطاعتها التقاط تفاصيل دقيقة جدًّا ـ أدقّ من التلسكوبات البصرية أضعاف أضعاف المرّات، وأدقّ حتى من تلسكوب (هابل). إن إحصاء الفريق الدولي قد أظهر بأن (عدسة الجاذبية) أخذت من حوالي واحدة من كل سبعمائة من المجرّات البعيدة اللامعة.

ولمحاسبة نسبة (الطاقة الداكنة) من إجمالي الطاقة في الكون، ضمّ (كيو هون شا) إحصائيات (عدسة الجاذبية) الى النتائج الحديثة بشأن أعداد وأنواع المجرّات في الكون، المأخوذة من التلسكوبات البصرية. فكانت النتيجة بأن (الطاقة الداكنة) تكوّن حوالي ثلثين من إجمالي الطاقة في الكون. والثلث الباقي يتعلق (بالمادة الداكنة) ـ المجهولة الهويّة في الوقت الحاضر (٢٠٠٢/١١/١٢) ـ والمادة العادية التي تكوّن النجوم والكواكب.

إن قوّة الجاذبية تقوم بعملها بالشكل العادي للشكلين الأساسيين من أشكال المادة. وبالمقارنة فإن (الطاقة الداكنة) تحمل خاصيّات ضدّ الجاذبية، ولكن عبر مسافات طويلة جدًّا. ويبدو الآن أنها السبب وراء تسارع توسّع الكون. ولو كانت الجاذبية هي القوّة المهيمنة لكان الكون ينكمش الآن بدل أن يتوسّع. إن هذه النتائج الجديدة تزيد الفلكيين ثقة يوما بعد يوم في ثبوتية وجود (الطاقة الداكنة)، رغم أنهم لا يعرفون شيئًا عن ماهيّتها.

الطاقة الداكنة وتاريخ توسّع الكون

إن (الطاقة الداكنة) قوبلت في بداية الأمر بعدم التصديق، تلاها دعم ممتدّ واسع الانتشار، ثم أعقبته فترة من الدراسات والتحرّيات بشأن تحديد كميتها. والآن وبعد خمس سنوات من اكتشاف أن الكون يتوسّع بتسارع ـ أي تزيد سرعته أكثر وأكثر ـ فإن العلماء يعرفون بالدقة ما هي كمية (الطاقة الداكنة) الغامضة وراء هذا التسارع. والآن (١٠/٤/٢٠٠٣) فقد أقبلوا على فترة يعملون فيها على الاستنتاج وتكوين صورة ذهنية عن هذه القوة[١٤].

ويقرّ الباحثون بأن هذه المهمّة الشاقة ربما تأخذ أمدًا طويلًا. وربما ظهر آينشتين Einstein جديد وكوّن الصورة الذهنية المطلوبة في لمحة بصر. وستكون المكافأة حينذاك هو الفهم الأكمل والأتمّ لتاريخ الكون ومصيره.

يقول الفلكيون والعلماء أصحاب النظريات، في اجتماعهم هذا الأسبوع، بأن هناك حقائقًا وأفكارًا مهمّة ربما ستكون مفتاحًا لحلّ لغز العلم الحديث وأحجيته. لذا كان هذا الاجتماع مفعما بالتفاؤل الحذر. وتقول المجلة إنها علمت مسبقًا بوجود حقائق علمية هامة جدًّا بيد أنها لم تنشر بعد. وتقول بأنه على ضوء هذه البيانات فإن تاريخ توسّع الكون ربما سيتضح قليلًا إلى نهاية عام ٢٠٠٣، ما سيساعد على إنارة الطريق بمقدار أكبر لفهم (الطاقة الداكنة).

إن الكون كان دائمًا في حالة توسّع، وإن كل المجرّات كانت تتراجع إلى الوراء، مبتعدة عن بعضها البعض، إلّا التي ربطت وحصرت في مجموعات. في البداية في ست

[١٤]: نشكر روبرت روي بريت على المعلومات القيمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ١٠/٤/٢٠٠٣.

مليارات وثلاثمائة مليون سنة الأولى من حياة الكون كانت سرعة التوسّع تتناقص. ثم حدث تحوّل هامّ في الكون ساعد على التسارع. ويبدو أن شيئًا ما هامًّا قد حدث، ما تسبّب في نموّ سرعة توسّع الكون.

يعترف العلماء بأن لا تقدّم يذكر في فهمهم وإدراكهم (للطاقة الداكنة). إنهم لا يعرفون ماهيتها ولا كيف تعمل. كل يصف الظاهرة بطريقته الخاصّة. بعضهم يصفها بالقوة الصادّة، والبعض الآخر بطاقة الفراغ، وبعضهم بمضادّة الجاذبية، والتي يحتمل أن لا تكون إلّا تظاهرًا مختلفًا ووجهًا آخر من الجاذبية، ولكن على مسافات قصيّة. ويقول البعض إن الصدود يمكن أن يكون استجابة (للمادة الداكنة) ـ وهي مادة غير مرئية وتكون حوالي ربع الكون ـ ولكن مثل هذا الارتباط لم يثبت بعد.

والمعلوم إن الطاقة الداكنة تشكل ٧٣ بالمائة من إجمالي طاقة الكون، وإنها ثابتة ومبرهنة لا جدال ولا مناقشة فيها، ولكنها تبقى مسرحًا حيًّا لدراسة الفلكيين وسبرهم أغوارها واقتلاعهم أسرارها.

واكتشف المختبر الفضائي (هابل) أخيرًا بطريقة الصدفة نجمين متفجّرين على بعد ٥ مليار و ٨ مليار سنة ضوئية[١٥]. ولأن تحوّل سرعة الكون من الانكماش إلى التسارع حدث في بعد ما بين هذين البعدين، فإن هذا الاكتشاف اكتسب أهمية

---

[١٥] السنة الضوئية هي عدد الكيلومترات التي يسير فيها الضوء في سنة واحدة. والسنة الضوئية الواحدة تساوي حوالى ١٠ ترليون كيلومتر. يعني أن الضوء في خلال سنة واحدة يسافر حوالي ١٠ ترليون كيلومتر. فإذا أردنا أن نعرف ما هو البعد الذي يمثله ٨ مليار سنة ضوئية فيجب علينا ضرب ٨ مليار في ١٠ ترليون ليعطيك عدد الكيلومترات ـ أي عدد ٨ وعلى يمينه ٢٢ صفرًا ـ وهي تسمّى أبعادا فلكية أو نجومية، لكبر وضخامة عددها الذي لا يتصوّره العقل. فلهذا اختصروا حوالي ١٠ ترليون كيلومتر في سنة ضوئية واحدة، وهي مقياس ميسّر للأبعاد الفلكية النجومية.

خاصّة. وبعد دراستهما المستفيضة ثبت أن هذا التحوّل قد حدث في الفترة ما بين البعدين[١٦].

ويقول الخبراء إن مجموعتين من الفلكيين استعملتا (هابل) لتجميع البيانات عن عدة نجوم متفجّرة، ويتوقّع أن تصدر النتائج قبل نهاية عام ٢٠٠٣. ولكن (هابل) هي مجرّد أداة واحدة لسبر أغوار (الطاقة الداكنة)، في حين أن هناك أدوات أخرى أيضًا.

فالعلماء على قدم وساق لاكتشاف (إشعاعات خلفية الأمواج المجهرية الكونية) التي تحمل بصمات عن بنيان الكون في باكورة طفولته. وقبل شهرين فقط قادت هذه المجهودات الأوساط العلمية الى أول تحديد حاسم لعمر الكون، وإلى تقدير موثوق به بشأن زمان تولّد النجوم الأولى في الكون، وإلى تأكيد ثابت ومبرهن لا جدال فيه بشأن دور (الطاقة الداكنة) في تسارع توسّع الكون.

وهناك فرقاء آخرون من العلماء يمتحنون بنيان الفضاء خلال الزمان بمراقبتهم كيفية امتصاص الضوء بواسطة غاز الهيدروجين، الذي يتخلّل الفراغ ما بين المجرّات. وهناك باحثون يتقدّمون في الزمان السحيق أكثر وأكثر، يكتشفون المجرّات التي تكوّنت عندما كان الكون أقل عمرًا من ١٠ بالمائة من عمره الحالي[١٧].

---

[١٦]: وكما أسلفنا ذكره فإن هذا التحوّل الحرج قد حدث بعد ٦/٣ بليون سنة (ست مليارات وثلاثمائة مليون سنة) من بدء الكون. ففي هذه الفترة من فجر حياة الكون كانت سرعة توسّع الكون تتناقص. ثم حدث تحوّل هام حرج في الكون ساعد على التسارع. ويبدو أن شيئًا ما هامًّا قد حدث، ما تسبّب في نموّ سرعة توسّع الكون.

[١٧]: أي إذا افترضنا عمر الكون ١٣/٥ مليار سنة (وهو أقرب ما يكون الى الحقيقة) فالمجرّات موضوع البحث تكوّنت عندما كان عمر الكون أقلّ من ١/٣٥ مليار سنة (مليار وثلاثمائة وخمسون ملايين سنة).

ويقول الباحثون إنه لأول مرة في التاريخ الآن (٢٠٠٣/٤/١٠) تتراكم الحقائق العلمية الكونية أسرع من النظريات الجريئة التي تحاول توصيفها برمّتها.

يقول (ماكس تجمارك) إن ما سيأتي هو الأحسن والأوفر والأفضل والأجود، لأننا لم نصل بعد حتى إلى منتصف الطريق في خوضنا غمار الكتل الجليدية الضخمة المنهارة علينا من البيانات العلمية الكونية.

إن العلماء يعرفون منذ العشرينات من القرن العشرين بأن الكون يتوسّع. ولكنهم ظلوا حيارى متعجّبين إن كان الكون سيتوسّع إلى الأبد، أو أن الجاذبية ستربح المعركة في نهاية المطاف، وتشدّ الكون إلى الداخل حتى يحدث نوع من الانكماش الكبير.

ولكن في عام ١٩٩٨ حدث ما لم يكن في الحسبان. فقد خرجتا مجموعتان مستقلتان من الفلكيين تتصيّدان النجوم المتفجّرة القصيّة، وتكتشفان عدّة منها والتي كان ضوئها أكثر بهتًا مما كان متوقّعًا. وكان هذا دليلًا بيّنًا على أن الكون لا يتوسّع فقط بل إنه يتسارع ـ أي تزيد سرعته في كل لحظة.

إن هناك نوعًا خاصًّا من النجوم المتفجّرة تلمع كلها بنفس اللمعان الذاتي، ويسمّيها الفلكيون (شموع المعيار أو المقياس)، لأن لمعانها يدلّ على بعدها عن الأرض. إن الضوء من الأجسام يتعرّض للتحليل العلمي لتحديد مدى تمدّد موجاته، والتي تشير بدقة إلى كمية توسّع الكون منذ انبثاقه من المصدر ـ وهو النجم المتفجّر.

إن اكتشاف عام ١٩٩٨ للكون المتسارع لم يقابل بالتصديق في بداية الأمر حتى من قبل مكتشفيها. إن هضم هذه الفكرة طال أمده في بعض الحالات الى عام ٢٠٠١.

ولكن منذئذ فإن علاقة هذه الطاقة الوطيدة بتركيب الكون ومصيره أضفت عليها عبارة (الطاقة الداكنة) في المصطلح العلمي العام.

وفي الوقت ذاته فإن العلماء أصحاب النظريات قد استنتجوا، من ذي قبل، بأن الكون المتسارع يجب أن تسبقه بالضرورة فترة من التوسّع المتباطئ، والتي تتلو المرحلة الابتدائية من التضخّم السريع الذي نتج بفعل الانفجار الكبير. وهنالك تخفّف الأشياء من سرعتها.

يقول (جون بلاك اسلي) كان الكون يحمل مبكرًا مقدارًا كبيرًا من الكتلة في حجم صغير. ويفترض أن شدّ الجاذبية كان هائلًا وضخمًا. وحينما توسّع الكون فإن من المفترض أن الجاذبية صارت أقل تأثيرًا على المسافات القصيّة، وإن (الطاقة الداكنة) تولّت هنالك مقاليد الأمور.

إن النجم المتفجّر الذي اكتشف سابقًا على بعد ١٠ مليار سنة ضوئية كان قد أيّد فكرة التحوّل في البيان الذي صدر في عام ٢٠٠١. ولكن هذا النجم أثبت أنه صعب الدراسة والتحرّي.

إن مراقبات (هابل) التي عرضت اليوم (٢٠٠٣/٤/١٠) تؤيّد هذا التحوّل. وإذا كان الكون على الدوام متسارعًا لكان النجم المتفجّر على بعد ٨ مليار سنة ضوئية يترائى باهتًا. ورغم كل هذا فإن هذه الفكرة ليست قطعية. إنها تحتاج الى اكتشاف حوالي عشرين من النجوم المتفجّرة القصيّة جدًّا حتى تصبح حجّة قويّة. وإن اكتشاف هذه العشرين نجماء وربما أكثر بقليل، لن يأخذ وقتًا طويلًا.

إن قوّة الإبصار الجديدة التي زوّد بها (هابل) ستسمح للفلكيين من اكتشاف منارات كونية بمقدار عشرة أضعاف تلك التي كان في الإمكان اكتشافها بجهاز التصوير الرئيسي السابق الذي كان يحمله (هابل).

يقول (أدم ريس) ـ الذي كان عضوًا في أحد الفريقين الذين توصّلا إلى اكتشاف عام ١٩٩٨ الشهير ـ بأن مشروعًا جديدًا مستقلًّا بدأه (هابل) قد توصّل إلى عدة نجوم متفجّرة قصيّة.

ويقول (سول برل متر) ـ والذي قاد الفريق الآخر الذي توصّل إلى اكتشاف عام ١٩٩٨ أيضًا ـ بأن (هابل) اكتشف في مشروعٍ آخر أحد عشر نجمًا قصيًّا متفجّرًا آخر. وإن نتائج هذين المشروعين هي من الخطوات الكثيرة الهامّة إلى الأمام، والتي تؤدّي مآلًا إلى تحديد راسخ للتاريخ الذي بدأ فيه الكون بالتسارع. وإن الكثير من هذه الاكتشافات تأتي من التلسكوبات الأرضية، إلّا أن (هابل) قد أصبح الدعامة الرئيسية للفلكيين للمتابعة في تلقط التفاصيل الضرورية.

إن الفلكيين وعلماء الكون على قدم وساق لبناء قاعدة راسخة متينة لتاريخ الكون. ويأملون أن يصلوا إلى الجواب الشافي لهذا السؤال: هل خاصيّات (الطاقة الداكنة) تتغيّر من وقت إلى آخر ؟

إن الجواب الشافي سوف يساعد على تحديد ماهية (الطاقة الداكنة)، وعلى تنبؤات بالغة الدقة بشأن أصل الكون ومصيره. وكيفما كان، لا أحد يتوقع قرارًا سريعًا بهذا الشأن.

يقول (مايكل ترنر) إن حل مشكلة (الطاقة الداكنة) يحتاج إلى فكرة جنونية مثيرة. وفي حين أن أكثر النظريات القيادية تتنبأ بأن الكون سوف يتسارع إلى الأبد،

ربما إلى درجة تمزّق المادة وانشقاقها، إلّا أن هناك فكرة تقول بأن تسارع الكون ربما سوف ينهار في نهاية المطاف. إن مسألة المصير لا زالت مفتوحة على مصراعيها.

الطاقة الداكنة ونسبة ٧٣ بالمائة

إن من المسائل المحيّرة المذهلة الهامّة في العلم اليوم (٢٠٠٤/٥/٣١) هذين السؤالين: هل نحن وحيدون فريدون في هذا العالم ؟ وما هو هذا الشيء الذي يدفع بالكون بعيدًا عن بعضه البعض[١٨] ؟

إنهما مسألتان مراوغتان ولا يحتمل أن يجيء الجواب قريبًا. بيد أنهما تحتلان معظم العقول الكبيرة، وتضطرّانا إلى صرف مليارات الدولارات كل عام في أعمال البحث والدراسة والتحقيق العلمي.

وهل يبدو غريبًا جدًّا بأن هاتين المسألتين على علاقة وطيدة مع بعضهما البعض، على الرغم من أنهما في الظاهر لا تربطهما أية صلة أو علاقة أو رابطة ؟

يقول (ماريو ليفيو) إنه من الغرابة بمكان احتمال أن يكون هذا صادقًا !!!

إن الفلكيين قد علموا منذ العشرينات من القرن العشرين بأن الكون يتوسّع. ولقد صعقوا وروّعوا في عام ١٩٩٨ عندما علموا بأن الكون يتوسّع بسرعة تتزايد في كل لحظة، بمعنى أن الكون يتسارع في توسّعه. لا أحد يملك فكرة تعتبر مفتاحًا لحلّ هذا اللغز. فلذلك توسّلت العقول البارعة إلى شيء يدعونه (الطاقة الداكنة)، لتعلّل لنا لماذا أن الجاذبية تبدو وكأنها تحوّلت الى طاقة صادة. إنهم يقولون بأن (الطاقة الداكنة) تكوّن ٧٣ إلى ٧٥ بالمائة من إجمالي ميزانية الطاقة والكتلة في الكون.

---

(١٨): نشكر روبرت روي بريت للمعلومات القيمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠٤/٥/٣١.

يقول (ليفيو) إن هذه الحقيقة الصاعقة المروّعة تساوي عدم علمنا بالماء، رغم أنه يغطي ٧٠ بالمائة من الكرة الأرضية. إن من الوظائف الشاقة الأولى، التي يجب أن يضطلع بها الفلكييون، هو التحقيق والبحث والتحرّي لتحديد ما إذا كانت هذه القوة الصادة (للطاقة الداكنة) تتغيّر على مدى الزمن أم لا. إنهم فعلًا يعملون على ذلك مستخدمين (هابل) لاكتشاف (النجوم المتفجّرة القصيّة). وبتعيين تمدّد موجة الضوء بعد رحلته الطويلة خلال الزمان والمكان، يستطيع العلماء التأكّد من نسبة التوسّع في زمان انبثاق الضوء من ذلك الجسم المتباعد.

وإذا كانت القوّة الصادّة (للطاقة الداكنة) تتناقص مع مرور الزمن فإن الكون، ربما في نهاية المطاف، سوف يتقهقر ويتّجه في الاتجاه المعاكس ويتدهور. ولكن إذا كانت هذه القوّة تتزايد مع مرور الزمن فإن الكون، ربما في نهاية المطاف، سوف يفقد سيطرته على نفسه في الاتجاه الآخر، وسوف ينفلت ويتمزّق إربًا إربًا، ساحبًا معه المادة برمّتها من النجوم والكواكب والموجودات الحيّة والذرّات إلى مصيرها المحتوم، أي إلى التمزّق الكبير والانشقاق الخطير.

إن النتائج الأولية للدراسات والتحرّيات الجديدة تدلّنا على أن التسارع سيكون في حدود السيطرة المعقولة للمليارات من السنوات المقبلة. وفي الوقت ذاته، فإن العلماء متأكّدون إلى حدّ كبير من أن (الطاقة الداكنة)، رغم أن ماهيتها مجهولة، إلّا أنها تكوّن ٧٣ بالمائة من كل شيء. إنها تغريهم إلى حدّ تسمية هذه النسبة بالعدد الأساسي والجوهريّ في الطبيعة.

إلّا أن (ليفيو) يقاوم هذا الإغراء ويقول: إن قيم بعض الثوابت في الطبيعة ربما لا تكون أساسية وجوهرية وركيزة وأساس، بل مجرّد عرضيّة وغير مقصودة، وربما حدثت بالصدفة. وهو يعطينا مثالًا على ذلك. فلقد كان الفلكي والرياضي الشهير في

القرن السابع عشر (جوهانس كبلر) قد كتب كتابا خصّصه برمّته إلى توضيح الأسباب الأساسية والجوهرية لوجود ستة كواكب في مدارات وأبعاد معيّنة عن بعضها البعض.

وكانت الرياضيات ممتعة في حينها، وإنه يمكن التغاضي عن خطأ (كبلر) لأنه لم يكن يعلم آنذاك بوجود كواكب أخرى في حينه. ولكن المقدمة المنطقية برمّتها كانت خاطئة. إنه أساء فهم الحقيقة بأن عدد الكواكب وطول المدارات لم تكن في يوم من الأيام أعدادًا أساسية وجوهرية. بل إنها كانت قيمًا عرضيّة وغير مقصودة بسبب الأحوال والظروف السائدة في الأسطوانة حول الشمس.

إنه من المعلوم لدينا الآن (٢٠٠٤/٥/٣١) بأن الكواكب الأخرى حول النجوم الأخرى تعمل بطريقة عشوائية طبق أجهزة تنظيمية أخرى مختلفة ومتباينة. ولكن ما علاقة هذا (بالطاقة الداكنة) ؟

يقول (ليفيو) إنه ممكن جدًّا ـ رغم أننا لا نعلم ـ بأن القيمة والنسبة الخاصّة والمميّزة ذاتها ـ وهي ٧٣ بالمائة (للطاقة الداكنة) ـ ليست في الحقيقة عددا أساسيًّا وجوهريًّا.

وللتأكّد من ذلك يجب مقارنتها بأكوان أخرى. إن (ليفيو) وعلماء الكون الآخرين يتمسّكون بوجهة نظرهم في المناقشة، بأن النظريات الفعلية لكيفية بدء كوننا، تسمح بوجود أكوان أخرى بأعداد لامتناهية وغير محدودة ـ وما نحن إلّا واحدة منها.

يقول (ليفيو) إن قيم بعض الأشياء كـ الطاقة الداكنة يمكن أن تكون مختلفة في الأكوان الأخرى. ولا يمكن أن تكون كل الأكوان تسمح بالحياة. وإذا كانت قيمة (الطاقة الداكنة) ونسبتها في كوننا هذا عشرة أضعاف ما هي عليه الآن، لما تكوّنت المجرّات البتّة، ولما كنا هنا لنتحدّث ونناقش في هذا الأمر.

الطاقة الداكنة
والطوق المطاطي المتمدّد

إن هناك نظرية جديدة تستنجد بالطوق المطاطي العادي سعيا وراء توضيح (الطاقة الداكنة)، والتي هي قوة كونية غامضة، تتسبّب في توسّع الكون بسرعة تتزايد في كل لحظة(١٩).

إن العلماء اكتشفوا في أواخر التسعينات من القرن العشرين بأن المجرّات لا ترتدّ عن بعضها البعض فحسب، بل تفعل ذلك بتسارع، أي أنها تتراجع إلى الوراء وتتباعد عن بعضها البعض بسرعة تتزايد في كل لحظة.

فاستخرج العلماء مصطلح (الطاقة الداكنة) من قبعتهم بألعابهم السحرية، لتفسير ما هي مضادّة الجاذبية التي هي فعلا منهمكة في عملها في الكون.

لا أحد يعلم ما إذا كانت هذه الطاقة تأتي من داخل الكون أو من خارجه. إن الفكرة الجديدة تربط (الطاقة الداكنة) بجزيئات الذرّة والتي تسمّى (نوترينو)، والتي نادرا ما تتفاعل مع المواد الأخرى. ولكنها تملك كتلة صغيرة جدًّا حسب آحدث الاكتشافات. إن (نوترينو) تتولّد في الشمس وفي النجوم الأخرى، وقد تولّدت من الانفجار الكبير أيضا. إنها تمرّ باستمرار عبر منزلك وعبر بدنك وعبر مخّك وحتى عبر الأرض.

إن النظرية التقليدية تقول بأن كتلة (نوترينو) لا تتغيّر مع الزمن. ولكن في النظرية الجديدة فإن (نوترينو) تزداد كتلة عندما تعطى بعض الفسحة من المكان. تقول

(١٩): نشكر روبرت روي بريت على المعلومات القيمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠٤/٧/٢٩.

النظرية الجديدة إن جزيئات (نوترينو) في فجر تاريخ الكون كانت مشدودة ومضغوطة بإحكام. أما الآن (٢٠٠٤/٧/٢٩) فهي مفصولة وبعيدة عن بعضها البعض، فلهذا فكل جزيئة الآن تملك كتلة أضخم.

تقول (آن نلسون) إنه كلما تباعدت الجزيئات عن بعضها البعض تطوّر فيما بينها شدّ ومطّ وتوتّر، كما في الطوق المطاطي المتمدّد.

ويقول (نيل واينر) إن المطّ المتزايد هو (الطاقة الداكنة) ذاته. إن المطّ هذا قد سمّي (اكسلرون)، وإن جزيئات (نوترينو) تصنع (حقل اكسلرون)، كما أن الجزيئات أو الذرّات المكهربة تصنع الحقل الكهربائي، إلّا أن (نوترينو) قوة جاذبة على الدوام. هذه القوة الجاذبة هي الطوق المطاطي فيما بين جزيئات (نوترينو). إن بقايا ومخلّفات (نوترينو) من الانفجار الكبير تصنع (حقل اكسلرون) في كل مكان من الكون على حدّ سواء. وإن الطاقة الكامنة في هذا الحقل تغذي التوسّع الكوني.

لماذا (اكسلرون) مفيد نظريًّا على الرغم من أنه مجرّد نظرية ؟ تتنبأ نظرية آينشتين Einstein في النسبية العامة بأن كثافة الطاقة في الكون لها علاقة مباشرة مع نسبة التوسّع. فكلما توسّع الكون تناقصت كثافة الطاقة، وإن الكون آنذاك يجب أن يتباطأ. ولأن التوسّع في تسارع ـ أي أن الكون يتوسّع بسرعة تتزايد في كل لحظة ـ فلا بد من شكل آخر من كثافة الطاقة تكون منهمكة في عملها في الكون.

وهنا يبرز التنبؤ الأساسي في النظرية الجديدة. إن جزيئات (نوترينو) تتجاوب مع مثيلاتها بحضورها حولها لكونها أخف. وعندما تفصل عن بعضها البعض تكون أثقل. فكلما توسّع الكون تضخّمت كتل (نوترينو).

وتتنبأ النظرية أيضًا بأن جزيئات (نوترينو) تغيّر كتلتها تبعًا للمحيط الذي تتواجد فيه من المادة وتبعًا لمدى كثافتها، كالضوء يترائى مختلفًا حين يمرّ عبر الهواء عن ذاك الذي يترائى عبر الماء أو المنشور الزجاجي. إن جزيئات (نوترينو) يجب أن تكون لها كتلة مختلفة في الهواء عن تلك التي تمرّ عبر الصخور مثلًا. وهذا يمكن قياسه في يوم من الأيام بواسطة المختبرات الضخمة والمفاعل النووية أو حتى عن طريق (نوترينو) التي تنبثق عن الشمس.

وعلى خلاف النظريات الأخرى عن (الطاقة الداكنة)، فإن هذه النظرية لا يمكن إثباتها فورا، ولذا فإن العلماء الآخرين يبدون حذرهم منها.

يقول (روبرت شيرر) إن نظرية (اكسلرون) مقبولة كأي فكرة أخرى. وكان (شيرر) قد اقترح مؤخّرًا بأن (الطاقة الداكنة) لها علاقة وطيدة بلغز عظيم آخر هو (المادة الداكنة)[٢٠]. إن العلماء كانوا قد استنجدوا (بالمادة الداكنة) لكي تفسّر لهم لماذا أن نجوم مجرّة ما متماسكة في دوّامة تحرّكها الدائري، بدل أن تتناثر في الهواء، في حالة إذا أخذنا بعين الإعتبار إجمالي مقدار المادة العادية التي تتواجد هناك في تلك المجرّة[٢١].

يقول (شيرر) إن (الطاقة الداكنة) مشكلة عويصة جدًّا، وليس أمامنا في الحقيقة حلّ واحد واضح وجليّ يضطرّ الجميع منا الى القول: "نعم هذا هو الحلّ الصحيح". ولهذا السبب تفيض علينا نظريات مختلفة متعدّدة تزخر بأفكار جديدة خصبة. وهذا النموذج

---

[٢٠]: إنه قد أصاب كبد الصواب، لأنه كما ذكرنا سابقًا بأن الإنسان نموذج مصغّر عن الكون، ولأنه قد ثبت عندنا عرفانيًّا بأن برازخ الروح لها صلة وطيدة بالروح، لذلك فإن المادة الداكنة يجب أن تكون على علاقة وطيدة بالطاقة الداكنة.

[٢١]: والتي لا تكفي البتة لحفظ نفسها من التناثر في دوّامتها التي تدور بسرعة هائلة، والتي هي معروفة ومعلومة حسب المحاسبات الرياضية.

سينضمّ إلى خضمّ المنافسة مع الآخرين، وفي يوم من الأيام سنعلم من كان عنده الجواب الصحيح.

إن أحد الجوانب المشوّقة المثيرة لأية نظرية سيكون ارتباطها الوثيق بمصير الكون. إن نتائج مراقبة آثار (الطاقة الداكنة) ورصدها يجب أن توضح لنا ما إذا كان الكون سوف يعكس اتجاهه ويتدهور، أم أنه سيتوسّع إلى الأبد، ليرسم لنا صورة الشبح الكئيب، شبح الوحشة والوحدة والعزلة التامة في هذا الكون، أو ربما سوف يتسارع الكون إلى نقطة المصير المحتوم، وهو دمار المادة برمّتها في التمزّق الكبير والانشقاق الخطير.

تقول (آن نلسون) إنه في نهاية المطاف، فإن جزيئات (نوترينو) ـ طبق نظريتنا ـ ستنفصل عن بعضها البعض كثيرًا جدًّا بحيث تصبح كتلتها ضخمة جدًّا. ولا يبقى (للطاقة الداكنة) عليها حينذاك أي أثر أو نفوذ. فلذلك سوف يتوقف تسارع توسّع الكون، ويستمرّ الكون في توسّعه، بيد أن سرعة توسّعه سوف تتباطأ.

الطاقة الداكنة
والمسبار الفضائي (سناب)

عندما اكتشف الفلكيون قبل عامين (أي في عام ١٩٩٨) بأن الكون يبدو وكأنه يتوسّع أسرع وأسرع، فإن هذا الاكتشاف المثير قد حضّ العلماء على طرح سؤالين: ما الذي يسوق الكون سوقًا إلى توسّعه الجامح ؟ ومتى سيتوقف هذا الجموح الكوني[٢٢] ؟

والآن (٢٠٠٠/١٠/١١) فإن بعض هؤلاء العلماء أنفسهم يقولون إن باستطاعتهم الإجابة على هذه الأسئلة إذا وافقت الحكومة على تمويل اختراع أقوى مجسّ فضائي. إن المؤيدين يقولون إن هذا الجهاز سيرصد النجوم المتفجّرة، والتي سوف تزوّدنا بالتفاصيل عن تاريخ التوسّع الكوني، الذي يرجع إلى ١١ مليار سنة المنصرمة تقريبًا.

يقول (سول برل متر) إننا نحاول التحرّك إلى مستوى آخر من المشروع. إنه أكبر وأقوى وأصفى جهاز تصوير فلكي في الرؤية طوّره البشر، كي يستفاد منه سواء على الأرض أو في الفضاء. وإذا نجحنا في محاولاتنا سوف نتمكّن من التنبّؤ بشأن مصير الكون، والتأكيد على النظريات القيادية التي توضّح هذا النموّ المتسارع في توسّع الكون.

إحدى هذه النظريات تتنبأ بأن الكون سوف ينتهي، في نهاية المطاف، إلى فضاء واسع بور قاحل قفر، والذي يتكوّن من النجوم الميّتة والحياة المعدومة، والتي لا تعود إلى الحياة ثانية. والنظريات الأخرى تقترح بأن هذه الطاقة ذاتها التي تسوق الكون إلى توسّعه الجامح، ربما في نهاية المطاف، سوف تعود إلى رشدها وتكوّن مجرّات ونجومًا جديدة.

---

[٢٢]: نشكر جاك لوسن تيني للمعلومات القيّمة التي قدمها لنا في مجلة الفضاء الأمريكية المؤرخة ٢٠٠٠/١٠/١١.

بيد أن بعض الفلكيين غير متأكّدين من أن مشروع المجسّ الفضائي سوف يؤتي ثماره. هم يقولون إنه ليس بمقدور هذا المشروع أن يزوّدنا بمعلومات تساعد في الدعم الواضح لهذه النظرية أو تلك. إن الاقتراح يتضمّن مسبارًا فضائيًّا اسمه (سناب) ربما سيكلّف أكثر من ٢٠٠ مليون دولار.

إن جماعة من المتشكّكين قد نشروا في وسائل الإعلام بأن مثل هذا المشروع لا يمكنه أن يزوّدنا بمعلومات مفيدة بشأن مصير الكون. إن بعض الباحثين يجادلون بأن نتائج هذا المشروع تعتمد على معادلات تشوّه المعلومات، وإنها تضاعف أخطاء المقاييس أربعين ضعفًا، أي أن واحدا بالمائة من خطأ القياس ربما يؤدّي إلى أربعين بالمائة من الشك وعدم اليقين.

وفي المقابل يقول المؤيّدون إن بإمكان هذا المسبار قياس عدّة أعداد كونيّة أساسية بدقة متناهية، مثل إجمالي كثافة الطاقة في الكون. يقول (برل متر) إنها من الأجهزة القليلة التي نعرفها، والتي بإمكانها تحديد أهمّ منابع الأخطاء المتعدّدة. إن المسبار سيدور حول الأرض لثلاث سنوات، وسيصوّر ٦٠٠٠ من النجوم المتفجّرة القصيّة ـ أكثرها أبعد بكثير عن مدى رؤيتنا على سطح الأرض ـ وسوف يتلقط البيانات والمعلومات والحقائق العلمية بشأن التوسّع الكوني.

إن مشروع المجسّ هذا ستتوافق خططه مع عدة من المشاريع الأخرى من التلسكوبات والأقمار الصناعية، والتي تهدف كلها إلى جسّ وسبر المناطق البعيدة جدًّا من الكون. ولكن (سناب) سيكون الوحيد الذي سيكرّس بالكامل لدراسة توسّع الكون. إن مسبار (سناب) سوف يدرس نوعًا خاصًّا من (النجوم المتفجّرة القصيّة)، والتي تستخدم كمعالم في المناطق الكونية النائية.

إن الاعتقاد بأن الكون يتسارع في توسّعه يرتكز على القياسات التي أجريت في التسعينات على أعداد كثيرة من هذه التفجّرات. إن الفلكيين قد علموا منذ عقود بأن الكون يتوسّع، لأنه يظهر للعيان بأن كل مجرّة تسرع في الابتعاد عن مثيلاتها من المجرّات الأخرى.

ولكن الاكتشاف الجديد تحقق عندما لاحظ الفلكيون بأن المجرّات التي تكوّنت قبل مليارات السنين كانت تبتعد عن بعضها البعض بخطى أبطأ، وذلك بالحكم على ما تضمّنته هذه المجرّات من (النجوم المتفجّرة القصيّة). وهذا التفاضل في التسارع بين المجرّات القديمة والجديدة كان يشير بوضوح إلى أن الكون يتوسّع بتسارع، أي بسرعة تتزايد في كل لحظة.

كل (النجوم المتفجّرة القصيّة) من هذا النوع تحظى بنفس اللمعان الذاتي. لهذا فإن الفلكيين بمقدورهم محاسبة بعدها عن الأرض بمدى بهت أضوائها، قبل وصولها إلى الأرض، وذلك بسبب الفضاء الذي يتخلّل المسافة ما بينها وبين الأرض. وبمعرفة البعد وسرعة الضوء يستطيع الفلكيون أيضًا تحديد الزمان الذي برز فيه الوميض إلى الظهور. ومحاسبة توسّع الكون أيضًا أمر بسيط، وذلك بقياس التمدّدات في موجة الضوء التي تسبّب فيها الفضاء المتوسّع المتمطّي.

وعندما أعلن ما هو في الظاهر التسارع الكوني اقترح العلماء عدة تفاسير لذلك، كانت إحداها بأن المقاسات خاطئة تمامًا لا غير. وكانت التفاسير الأخرى تتضمّن قوّة غامضة سمّوها (الطاقة الداكنة)، والتي تدفع بالكون إلى التوسّع بضغط وجهد عنيف. ولقد أعلن مسبار (سناب) كأحسن اختبار متاح للتأكّد من صحّة هذه النظرية أو تلك.

إن نظرية (الطاقة الداكنة) هي على أنواع عدة: نوع منها يسمّى (الثابت الكوني) يقول بأن الفضاء الفارغ يتضمّن طاقة ثابتة، والتي تجعل الفضاء ينتفخ ويتورّم. وعندما ينتفخ الفضاء تظهر طاقة إضافية تدفع بالكون الى نموّ أسرع. وبناء على ذلك فإن الفضاء يتوسّع إلى الأبد، وفي ضمن هذا التوسّع تنهي النجوم دوراتها الحياتية وتنتهي الحياة، ولا يحتلّ شيء مكانها إلى الأبد.

ولحسن الحظ فإن هناك بعض المشاكل الرياضية والفيزيائية في هذه النظرية. إنها تفترض المصادفة الفردية البحتة لتحققها، بمعنى أن التسارع بدأ في زمان قام فيه الإنسان بقياسه ومشاهدته. وقبل ذلك يفترض بأن الكون كان محكمًا ومترابطًا ومكتنزًا، بما فيه الكفاية، بحيث أن جاذبية المادة منعت التوسّع.

وهناك نوع آخر من هذه النظريات تقول بأن (الطاقة الداكنة) هي شيء يسمّى (الجوهر)، والذي تتغيّر قوته على مدى الزمن. وبناء على ذلك فإن (الطاقة الداكنة) سوف تنتهي ويؤول مصيرها إلى الفساد والتفسّخ، وستتحوّل إلى المادة العادية، والتي ستتكوّن منها نجوم ومجرّات جديدة. وهذا النوع من النظرية ينسجم مع (نظريات الخيوط)، والتي تفترض كونًا يزخر بالأبعاد الإضافية، وتعتبر الجزيئات الأولية جسيمات تشبه الخيوط، وذات بعد واحد.

يقول (اندره البرشت) إن البيانات المتاحة توحي بأننا نوعًا ما نجثم على حافة هذا العالم المجنون من الأبعاد الإضافية الغامضة. ويحتمل أن يكون هناك وسائل نتمكّن من خلالها من الحفر والتنقيب الأعمق بشأن الكون المتسارع.

إن مؤيدي (سناب) يقولون بأن المسبار مصمّم على المقاسات المطلوبة للفحص والاختبار للتأكّد من النظريات المختلفة بشأن التسارع. ولأن كل نظرية تتنبّأ بنسبة

معيّنة بين ضغط (الطاقة الداكنة) وكثافتها، فإن المسبار المرشّح بإمكانه قياس هذه النسبة بدقة متناهية. وحتى الفيزيائيون الذين يرتابون في فعالية (سناب)، ويعتقدون بأنه لا يستحقّ كل هذا الاهتمام، يقولون إن بمقدوره إبداع حقائق علمية مشوقة ومثيرة.

يقول (البرشت) إن المسبار ربما على الأرجح بإمكانه مجرّد التأكد ممّا إذا كان الثابت الكوني موجودًا أم لا، من دون التمييز والتفاضل كثيرًا بين النظريات المنافسة. ولكن هذا أيضًا سيضيف إلى مقدار المعلومات التي تأتينا من مشاريع أخرى، والتي من المفروض أن تكشف الستار عن أعمق أسرار الكون، وتتضمّن المجسّات المخطّط لها لتسجيل (خلفية إشعاعات الموجات المجهرية الكونية) التي تغمر الكون بأسره. وهذه الإشعاعات يمكن أن تتأثر بالأنواع المختلفة من التوسّع الكوني.

ويقول (البرشت) ليس بمقدورنا أن ننتخب فترة من التاريخ لسبر أغوار العلوم، ولكن إذا تيسّر لي الانتخاب فلا أعدو الوقت الحاضر (٢٠٠٠/١٠/١١).

يقول علم الفلك الجديد:

وعندما توسّـــع الكون ومـــال إلى البرودة، كانت قوّة الجاذبيـــة والطاقة الداكنة أو قـــوّة (الجوهر أو اللـــب أو الـــروح) قـــد انخرطـــا في صراع وتشـــابك من أجـــل الهيمنـــة على الكون. كلا الحقلـــين مـــالا إلى الضعف والوهن مع توسّـــع الكـــون. ولكـــن في نهايـــة المطـــاف، ربح (الروح) المعركـــة على (الجاذبيـــة)، وأخذ زمام المبادرة والســـيطرة بيده، يدفع المجـــرّات بعيدًا عن بعضها البعض.

وما أشـــبه ما يجـــري في الكون بمـــا يجري في الإنسان من الصراع بين النفس والروح !!!